



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Masatsugu IRIBE, et al.

GAU:

SERIAL NO: 10/731,145

EXAMINER:

FILED: December 10, 2003

FOR: ROBOT APPARATUS, AND LOAD ABSORBING APPARATUS AND METHOD

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e): Application No. Date Filed
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
JAPAN	2002-367353	December 18, 2002
JAPAN	2003-367477	October 28, 2003

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)
- ☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.

Bradley D. Lytle

Registration No. 40,073

Joseph A. Scafetta, Jr.
Registration No. 26, 803

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 05/03)



IPW



ATTORNEYS AT LAW

ATTN: APPLICATION BRANCH

**THIS IS A RESPONSE TO A
NOTICE TO FILE MISSING
PARTS OF AN APPLICATION**

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

Re: Inventor: Masatsugu IRIBE, et al.
Serial No: 10/731,145
Filed: December 10, 2003
For: ROBOT APPARATUS, AND LOAD ABSORBING APPARATUS
AND METHOD

SIR:

Attached hereto for filing are the following papers:

Request for Priority/Priority Documents (2)

Our check in the amount of \$0.00 is attached covering any required fees. In the event that any variance exists between the amount enclosed and the Patent Office charges for filing the above-noted documents, including any fees required under 37 CFR 1.136 for any necessary Extension of Time to make the filing of the attached documents timely, please charge or credit the difference to our Deposit Account No. 15-0030. Further, if these papers are not considered timely filed, then a petition is hereby made under 37 CFR 1.136 for the necessary extension of time. A duplicate of this sheet is enclosed.

Respectfully Submitted,

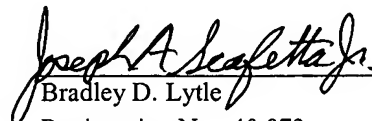
OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.

Docket No. 246364US6

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 05/03)
I:\USER\CAVAL\DECLARATIONS\246364 PD.DOC


Bradley D. Lytle
Registration No. 40,073

Joseph A. Scafetta, Jr.
Registration No. 26, 803

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 2 月 1 8 日
Date of Application:

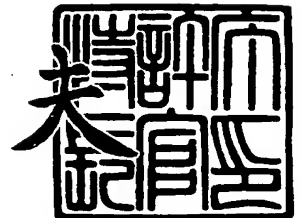
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 6 7 3 5 3
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 2 - 3 6 7 3 5 3]

出 願 人 ソニー株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 8 月 1 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



【書類名】 特許願

【整理番号】 0290712406

【提出日】 平成14年12月18日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 F16D 7/00
G05B 11/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号ソニー株式会社内

【氏名】 入部 正継

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号ソニー・ヒューマンキャピタル株式会社内

【氏名】 山中 一

【特許出願人】

【識別番号】 000002185

【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代理人】

【識別番号】 100082740

【弁理士】

【氏名又は名称】 田辺 恵基

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 048253

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9709125

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 衝撃吸収装置及び方法並びにロボット装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

モータの出力軸に連結されたリンクに与えられた静的な負荷トルクと、上記モータの発生トルクとの絶対値の和を検出する和分検出手段と、

上記和分検出手段により検出された上記和分が所定の第 1 の閾値以上となったときに、上記発生トルクを下げるように上記モータを制御する制御手段とを具備することを特徴とする衝撃吸収装置。

【請求項 2】

上記制御手段は、

上記和分検出手段により検出された上記和分が上記閾値以上となったときに、モータ粘性係数を下げるように上記モータを制御することを特徴とする請求項 1 に記載の衝撃吸収装置。

【請求項 3】

上記リンクに与えられた動的な負荷トルクのエネルギー変化量を検出するエネルギー変化量検出手段を具備、

上記制御手段は、

上記エネルギー変化量検出手段により検出された上記エネルギー変化量が所定の第 2 の閾値以上となったときに、上記発生トルクを下げるように上記モータを制御する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の衝撃吸収装置。

【請求項 4】

モータの出力軸に連結されたリンクに与えられた動的な負荷トルクのエネルギー変化量を検出するエネルギー変化量検出手段と、

上記エネルギー変化量検出手段により検出された上記エネルギー変化量が所定の閾値以上となったときに、上記発生トルクを下げるように上記モータを制御する制御手段と

を具備することを特徴とする衝撃吸収装置。

【請求項 5】

上記制御手段は、

上記エネルギー変化量検出手段により検出された上記エネルギー変化量が上記閾値以上となったときに、モータ粘性係数を下げるように上記モータを制御することを特徴とする請求項 4 に記載の衝撃吸収装置。

【請求項 6】

モータの出力軸に連結されたリンクに与えられた静的な負荷トルクと、上記モータの発生トルクとの絶対値の和を検出する第 1 のステップと、

検出した上記和分が所定の第 1 の閾値以上となったときに、上記発生トルクを下げるように上記モータを制御する第 2 のステップと

を具えることを特徴とする衝撃吸収方法。

【請求項 7】

上記第 2 のステップでは、

検出した上記和分が上記第 1 の閾値以上となったときに、モータ粘性係数を下げるように上記モータを制御する

ことを特徴とする請求項 6 に記載の衝撃吸収方法。

【請求項 8】

上記第 1 のステップでは、

上記リンクに与えられた動的な負荷トルクのエネルギー変化量を検出し、

上記第 2 のステップでは、

検出した上記和分が上記第 1 の閾値以上となったとき又は検出した上記エネルギー変化量が所定の第 2 の閾値以上となったときに、上記発生トルクを下げるように上記モータを制御する

ことを特徴とする請求項 6 に記載の衝撃吸収方法。

【請求項 9】

モータの出力軸に連結されたリンクに与えられた動的な負荷トルクのエネルギー変化量を検出する第 1 のステップと、

検出した上記エネルギー変化量が所定の閾値以上となったときに、上記発生トルクを下げるように上記モータを制御する第 2 のステップと

を具えることを特徴とする衝撃吸収方法。

【請求項 10】

上記第2のステップでは、

上記エネルギー変化量検出手段により検出された上記エネルギー変化量が上記閾値以上となったときに、モータ粘性係数を下げるように上記モータを制御することを特徴とする請求項9に記載の衝撃吸収方法。

【請求項 11】

モータの出力軸に連結されたリンクに与えられた静的な負荷トルクと、上記モータの発生トルクとの絶対値の和を検出する和分検出手段と、

上記和分検出手段により検出された上記和分が所定の第1の閾値以上となったときに、上記発生トルクを下げるように上記モータを制御する制御手段とを具えることを特徴とするロボット装置。

【請求項 12】

上記制御手段は、

上記和分検出手段により検出された上記和分が上記閾値以上となったときに、モータ粘性係数を下げるように上記モータを制御することを特徴とする請求項11に記載のロボット装置。

【請求項 13】

上記リンクに与えられた動的な負荷トルクのエネルギー変化量を検出するエネルギー変化量検出手段を具え、

上記制御手段は、

上記エネルギー変化量検出手段により検出された上記エネルギー変化量が所定の第2の閾値以上となったときに、上記発生トルクを下げるように上記モータを制御する

ことを特徴とする請求項11に記載のロボット装置。

【請求項 14】

モータの出力軸に連結されたリンクに与えられた動的な負荷トルクのエネルギー変化量を検出するエネルギー変化量検出手段と、

上記エネルギー変化量検出手段により検出された上記エネルギー変化量が所定の閾

値以上となったときに、上記発生トルクを下げるように上記モータを制御する制御手段と

を具えることを特徴とするロボット装置。

【請求項 1 5】

上記制御手段は、

上記エネルギー変化量検出手段により検出された上記エネルギー変化量が上記閾値以上となったときに、モータ粘性係数を下げるように上記モータを制御する

ことを特徴とする請求項 4 に記載のロボット装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、衝撃吸収装置及び方法並びにロボット装置に関し、例えば 2 足歩行型のロボットに適用して好適なものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来、例えばロボットにおいては、図 2 0 に示すように、上位コントローラの制御のもとにモータ 1 2 0 を駆動し、その出力トルクをギア 1 2 1 を介してリンク 1 2 2 に与えることにより可動部を駆動し得るようになされている。

【0 0 0 3】

この場合、かかるロボットにおいては、ギア 1 2 1 及びリンク 1 2 2 間にトルクリミッタが設けられ、リンク 1 2 2 に与えられる外部からの衝撃をこのトルクリミッタによって吸収することにより、当該衝撃に起因するモータ 1 2 0 の出力軸の変形などのモータ 1 2 0 等の破損を未然に防止し得るようになされている。

【0 0 0 4】

ここで、このようなトルクリミッタ（又はサーボセイバ）としては、従来から種々の形態のものが提案されている（例えば特許文献 1 参照）。その一構成例を図 2 1 に示す。

【0 0 0 5】

このトルクリミッタ 1 3 0 においては、リンク 1 3 5 に固定される環体 1 3 1

の内側に半環状の第1及び第2の摩擦板132A、132Bが設けられ、これら第1及び第2の摩擦板132A、132Bがゴム又は圧縮コイルばね等の弾性体133を介してモータの出力軸134に固定されている。そして、このとき第1及び第2の摩擦板132A、132Bは、弾性体133により環体131の内壁面に一定の圧力で押し付けられている。

【0006】

これによりこのトルクリミッタ130においては、通常時には第1及び第2の摩擦板132A、132Bと環体131との間に生じる摩擦力によってモータの出力軸134と一体に環体131を回転させることができる一方、リンク135に衝撃が与えられるなどして環体131に第1及び第2の摩擦板132A、132Bとの間の静止摩擦力よりも大きい負荷が与えられたときには、当該環体131と第1及び第2の摩擦板132A、132Bとの間に滑りが生じることにより、モータの出力軸134に環体131と第1及び第2の摩擦板132A、132Bとの間の動摩擦力以上の負荷がかからないようにし得るようになされている。

【0007】

【特許文献1】

実開昭60-192893号公報（第1図及び第2図）

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、かかる従来のトルクリミッタ130においては、環体131と第1及び第2の摩擦板132A、132Bとの間の静止摩擦係数の数値スペックが個体間でばらつき易く、またそのばらつきの幅も大きいためロボット全体としての設計マージンをとることが難しいなど使い難い問題があった。

【0009】

また、従来のトルクリミッタ130においては、かかる環体131と第1及び第2の摩擦板132A、132Bとの間の静止摩擦係数が温度によって変化し易く、この点においても使い難い問題があった。

【0010】

さらに従来のトルクリミッタ130は、上述のようにメカ的に構成されている

ため、小型軽量化が難しく、その分モータを組込むロボット全体の小型軽量化の妨げとなる問題もあった。

【0 0 1 1】

本発明は以上の点を考慮してなされたもので、使い勝手を向上させ得る衝撃吸収装置及び方法並びに小型軽量化し得るロボット装置を提案しようとするものである。

【0 0 1 2】

【課題を解決するための手段】

かかる課題を解決するため本発明においては、衝撃吸収装置において、モータの出力軸に連結されたリンクに与えられた静的な負荷トルクと、モータの発生トルクとの絶対値の和を検出する和分検出手段と、和分検出手段により検出された和分が所定の第1の閾値以上となったときに、発生トルクを下げるようにモータを制御する制御手段とを設けるようにした。この結果、この衝撃吸収装置は、個体間でのばらつきが少なく、また温度の影響を受け難い。

【0 0 1 3】

また本発明においては、衝撃吸収装置において、モータの出力軸に連結されたリンクに与えられた動的な負荷トルクのエネルギー変化量を検出するエネルギー変化量検出手段と、エネルギー変化量検出手段により検出されたエネルギー変化量が所定の閾値以上となったときに、発生トルクを下げるようにモータを制御する制御手段とを設けるようにした。この結果、この衝撃吸収装置は、個体間でのばらつきが少なく、また温度の影響を受け難い。

【0 0 1 4】

さらに本発明においては、衝撃吸収方法において、モータの出力軸に連結されたリンクに与えられた静的な負荷トルクと、モータの発生トルクとの絶対値の和を検出する第1のステップと、検出した和分が所定の第1の閾値以上となったときに、発生トルクを下げるようにモータを制御する第2のステップとを設けるようにした。この結果、この衝撃吸収方法によれば、衝撃吸収に関するばらつきが少なく、また温度の影響を受け難い。

【0 0 1 5】

さらに本発明においては、衝撃吸収方法において、モータの出力軸に連結されたリンクに与えられた動的な負荷トルクのエネルギー変化量を検出する第1のステップと、検出したエネルギー変化量が所定の閾値以上となったときに、発生トルクを下げるようにモータを制御する第2のステップとを設けるようにした。この結果、この衝撃吸収方法によれば、衝撃吸収に関するばらつきが少なく、また温度の影響を受け難い。

【0016】

さらに本発明においては、ロボット装置において、モータの出力軸に連結されたリンクに与えられた静的な負荷トルクと、モータの発生トルクとの絶対値の和を検出する和分検出手段と、和分検出手段により検出された和分が所定の第1の閾値以上となったときに、発生トルクを下げるようにモータを制御する制御手段とを設けるようにした。この結果、このロボット装置では、衝撃吸収装置として従来のメカ構成のものを用いる場合に比べて、構成の簡易化及び小型軽量化を図ることができる。

【0017】

さらに本発明においては、ロボット装置において、モータの出力軸に連結されたリンクに与えられた動的な負荷トルクのエネルギー変化量を検出するエネルギー変化量検出手段と、エネルギー変化量検出手段により検出されたエネルギー変化量が所定の閾値以上となったときに、発生トルクを下げるようにモータを制御する制御手段とを設けるようにした。この結果、このロボット装置では、衝撃吸収装置として従来のメカ構成のものを用いる場合に比べて、構成の簡易化及び小型軽量化を図ることができる。

【0018】

【発明の実施の形態】

以下図面について、本発明の一実施の形態を詳述する。

【0019】

(1) 本実施の形態によるロボットの構成

図1及び図2において、1は全体として本実施の形態による2足歩行型のロボットを示し、胴体部ユニット2の上部に頭部ユニット3が配設されると共に、当

該胴体部ユニット 2 の上部左右にそれぞれ同じ構成の腕部ユニット 4 A、4 B がそれぞれ配設され、かつ胴体部ユニット 2 の下部左右にそれぞれ同じ構成の脚部ユニット 5 A、5 B がそれぞれ所定位置に取り付けられることにより構成されている。

【0 0 2 0】

胴体部ユニット 2 においては、体幹上部を形成するフレーム 1 0 及び体幹下部を形成する腰ベース 1 1 が腰関節機構 1 2 を介して連結することにより構成されており、体幹下部の腰ベース 1 1 に固定された腰関節機構 1 2 の各アクチュエータ A₁、A₂ をそれぞれ駆動することによって、体幹上部を図 3 に示す直交するロール軸 1 3 及びピッチ軸 1 4 の回りにそれぞれ独立に回転させ得るようになされている。

【0 0 2 1】

また頭部ユニット 3 は、フレーム 1 0 の上端に固定された肩ベース 1 5 の上面中央部に首関節機構 1 6 を介して取り付けられており、当該首関節機構 1 6 の各アクチュエータ A₃、A₄ をそれぞれ駆動することによって、図 3 に示す直交するピッチ軸 1 7 及びヨー軸 1 8 の回りにそれぞれ独立に回転させ得るようになされている。

【0 0 2 2】

さらに各腕部ユニット 4 A、4 B は、それぞれ肩関節機構 1 9 を介して肩ベース 1 5 の左右に取り付けられており、対応する肩関節機構 1 9 の各アクチュエータ A₅、A₆ をそれぞれ駆動することによって図 3 に示す直交するピッチ軸 2 0 及びロール軸 2 1 の回りにそれぞれ独立に回転させ得るようになされている。

【0 0 2 3】

この場合、各腕部ユニット 4 A、4 B は、それぞれ上腕部を形成するアクチュエータ A₇ の出力軸に肘関節機構 2 2 を介して前腕部を形成するアクチュエータ A₈ が連結され、当該前腕部の先端に手部 2 3 が取り付けられることにより構成されている。

【0 0 2 4】

そして各腕部ユニット 4 A、4 B では、アクチュエータ A₇ を駆動することに

よって前腕部を図3に示すヨー軸24の回りに回転させ、アクチュエータA8を駆動することによって前腕部を図3に示すピッチ軸25の回りにそれぞれ回転させることができるようになされている。

【0025】

これに対して各脚部ユニット5A、5Bにおいては、それぞれ股関節機構26を介して体幹下部の腰ベース11にそれぞれ取り付けられており、それぞれ対応する股関節機構26の各アクチュエータをA9～A11それぞれ駆動することによって、図3に示す互いに直交するヨー軸27、ロール軸28及びピッチ軸29の回りにそれぞれ独立に回転させ得るようになされている。

【0026】

この場合各脚部ユニット5A、5Bは、それぞれ大腿部を形成するフレーム30の下端に膝関節機構31を介して下腿部を形成するフレーム32が連結されると共に、当該フレーム32の下端に足首関節機構33を介して足部34が連結されることにより構成されている。

【0027】

これにより各脚部ユニット5A、5Bにおいては、膝関節機構31を形成するアクチュエータA12を駆動することによって、下腿部を図3に示すピッチ軸35の回りに回転させることができ、また足首関節機構33のアクチュエータA13、A14をそれぞれ駆動することによって、足部34を図3に示す直交するピッチ軸36及びロール軸37の回りにそれぞれ独立に回転させ得るようになされている。

【0028】

一方、胴体部ユニット2の体幹下部を形成する腰ベース11の背面側には、図4に示すように、当該ロボット1全体の動作制御を司るメイン制御部40と、電源回路及び通信回路などの周辺回路41と、バッテリー45（図5）となどがボックスに収納されてなる制御ユニット42が配設されている。

【0029】

そしてこの制御ユニット42は、各構成ユニット（胴体部ユニット2、頭部ユニット3、各腕部ユニット4A、4B及び各脚部ユニット5A、5B）内にそれ

それぞれ配設された各サブ制御部 4 3 A ~ 4 3 D と接続されており、これらサブ制御部 4 3 A ~ 4 3 D に対して必要な電源電圧を供給したり、これらサブ制御部 4 3 A ~ 4 3 D と通信を行うことができるようになされている。

【 0 0 3 0 】

また各サブ制御部 4 3 A ~ 4 3 D は、それぞれ対応する構成ユニット内の各アクチュエータ A₁ ~ A₁₄ と接続されており、当該構成ユニット内の各アクチュエータ A₁ ~ A₁₄ をメイン制御部 4 0 から与えられる各種制御コマンドに基づいて指定された状態に駆動し得るようになされている。

【 0 0 3 1 】

さらに頭部ユニット 3 には、図 5 に示すように、このロボット 1 の「目」として機能する CCD (Charge Coupled Device) カメラ 5 0 及び「耳」として機能するマイクロホン 5 1 などの各種外部センサと、「口」として機能するスピーカ 5 2 となどがそれぞれ所定位置に配設され、手部 2 3 や足部 3 4 の底面部等には、外部センサとしてのタッチセンサ 5 3 が配設されている。さらに制御ユニット 4 2 内には、バッテリーセンサ 5 4 及び加速度センサ 5 5 などからなる内部センサが配設されている。

【 0 0 3 2 】

そして CCD カメラ 5 0 は、周囲の状況を撮像し、得られた画像信号 S 1 A をメイン制御部に送出する一方、マイクロホン 5 1 は、各種外部音を集音し、かくして得られた音声信号 S 1 B をメイン制御部 4 0 に送出するようになされている。さらにタッチセンサ 5 3 は、ユーザからの物理的な働きかけや、外部との物理的な接触を検出し、検出結果を圧力検出信号 S 1 C としてメイン制御部 4 0 に送出する。

【 0 0 3 3 】

またバッテリーセンサ 5 4 は、バッテリー 4 5 のエネルギー残量を所定周期で検出し、検出結果をバッテリー残量検出信号 S 2 A としてメイン制御部 4 0 に送出する一方、加速度センサ 5 6 は、3 軸方向 (x 軸、y 軸及び z 軸) の加速度を所定周期で検出し、検出結果を加速度検出信号 S 2 B としてメイン制御部 4 0 に送出する。

。

【 0 0 3 4 】

メイン制御部 4 0 は、C C D カメラ 5 0、マイクロホン 5 1 及びタッチセンサ 5 3 等からそれぞれ供給される外部センサ出力としての画像信号 S 1 A、音声信号 S 1 B 及び圧力検出信号 S 1 C 等と、バッテリーセンサ 5 4 及び加速度センサ 5 5 等からそれぞれ供給される内部センサ出力としてのバッテリー残量検出信号 S 2 A 及び加速度検出信号 S 2 B 等とに基づいて、ロボット 1 の周囲及び内部の状況や、外部物体との接触などを判断する。

【 0 0 3 5 】

そしてメイン制御部 4 0 は、この判断結果と、予め内部メモリ 4 0 A に格納されている制御プログラムと、そのとき装填されている外部メモリ 5 6 に格納されている各種制御パラメータとに基づいて続く行動を決定し、決定結果に基づく制御コマンドを対応するサブ制御部 4 3 A ~ 4 3 D に送出する。この結果、この制御コマンドに基づき、そのサブ制御部 4 3 A ~ 4 3 D の制御のもとに、対応するアクチュエータ A 1 ~ A 1 4 が駆動され、かくして頭部ユニット 3 を上下左右に揺動させたり、腕部ユニット 4 A、4 B を上にあげたり、歩行するなどの行動がロボット 1 により発現されることとなる。

【 0 0 3 6 】

またメイン制御部 4 0 は、かかる音声信号 S 1 B に基づく音声認識処理によりユーザの発話内容を認識し、当該認識に応じた音声信号 S 3 をスピーカ 5 2 に与えることにより、ユーザと対話するための合成音声を外部に出力させる。

【 0 0 3 7 】

このようにしてこのロボット 1 においては、周囲及び内部の状況等に基づいて自律的に行動することができ、またユーザと対話することもができるようになされている。

【 0 0 3 8 】**(2) アクチュエータ A 1 ~ A 1 4 の構成**

ここで、アクチュエータ A 1 ~ A 1 4 においては、図 6 に示すように、回転トルクを発生させるモータ部 6 0 と、当該モータ部 6 0 において発生された回転トルクを増幅して出力するトルク増幅部 6 1 とから構成されている。

【 0 0 3 9 】

モータ部 6 0 においては、金属等の導電材からなるモータケース 6 2 の内部に回転軸受け 6 3 A、6 3 B により回転自在に枢支されたロータ軸 6 4 が設けられ、当該ロータ軸 6 4 にロータ基体 6 5 及び図 7 (C) のように 2 極に着磁されたリング状の永久磁石でなるロータマグネット 6 5 が同軸に一体化されることによりロータ 6 6 が形成されている。

【 0 0 4 0 】

またモータケース 6 2 の内側には、図 8 に示すように、ロータ 6 6 を取り囲むように 6 つのステータ鉄心 6 7 A ~ 6 7 F が等間隔 (60 [°] 間隔) で固着されると共に、これら各ステータ鉄心 6 7 (6 7 A ~ 6 7 F) には、それぞれ巻線が施されることによりコイル 6 8 (6 8 u、6 8 v、6 8 w) が形成されている。

【 0 0 4 1 】

これによりモータ部 6 0 においては、180 [°] 対向する 2 つのコイル 6 8 の組 (合計 3 組ある) をそれぞれ u 相、v 相及び w 相として、これら u 相、v 相及び w 相の各コイル 6 8 にそれぞれ 120 [°] ずつ位相がずれた駆動電流を印加して各コイル 6 8 に駆動電流の電流値に応じた強さの磁界を発生させることによってロータ 6 6 を介して駆動電流の電流値に応じた大きさの回転トルクを発生させることができるようになされている。

【 0 0 4 2 】

一方トルク増幅部 6 1 においては、図 6 及び図 9 に示すように、モータケース 6 2 の先端部に着脱自在に固定されたギアケース 6 9 を有する。そしてこのギアケース 6 9 の内部には、当該ギアケース 6 9 の内側面に固定された環状の内歯車 7 0 と、ロータ軸 6 4 の先端部に固定された太陽歯車 7 1 と、内歯車 7 0 及び太陽歯車 7 1 間に 120 [°] 間隔で配置された第 1 ~ 第 3 の遊星歯車 7 2 A ~ 7 2 C とからなる遊星歯車機構 7 3 が設けられている。

【 0 0 4 3 】

また遊星歯車機構 7 3 の第 1 ~ 第 3 の遊星歯車 7 2 A ~ 7 2 C の各軸 7 4 A ~ 7 4 C は、それぞれギアケース 6 9 の先端に回転自在に配置された出力軸 7 5 に固定されている。

【0044】

これによりこのトルク増幅部 61 においては、モータ部 60 からロータ軸 64 を介して与えられる回転トルクを、遊星歯車機構 73 を介して増幅して出力軸 75 に伝達し、当該出力軸 75 を介して外部に出力し得るようになされている。

【0045】

かかる構成に加えこの実施例の場合、図 6 において明らかなように、モータ部 60 のモータケース 62 の内部には、ロータ軸 64 の回転を検出するエンコーダ 76 と、外部の上位コントローラ（対応するサブ制御部 43A～43D）からの動作指令に基づいて出力軸 64 の回転角度、回転トルク等を制御する制御基板 77 とが収納されている。

【0046】

この場合エンコーダ 76 は、ロータ 66 のロータ基体 65 の前端面に固着された、図 7（C）のように 2 極に着磁された樹脂マグネット 78 と、第 1 及び第 2 のホール素子 79A、79B とから形成されている。そして第 1 及び第 2 のホール素子 79A、79B は、図 10（B）に示すように、ロータ軸 64 と同心円上に 90〔°〕の位相差をもって位置するように制御基板 77 に搭載されている。

【0047】

これによりこのエンコーダ 76 においては、ロータ軸 64 の回転位置を、当該ロータ軸 64 と一体に回転する樹脂マグネット 78 の回転に伴う第 1 及び第 2 のホール素子 79A、79B の配設位置における磁束密度の変化として検出し得るようになされている。

【0048】

一方、制御基板 77 においては、図 10 に示すように、環状に形成されたプリント配線板の一面側に、制御 IC 80 が搭載されると共に、当該制御 IC 80 の制御のもとにモータ部 60 の各コイル 68u、68v、68w に駆動電流 I_u 、 I_v 、 I_w を供給する駆動回路 81 が形成されることにより構成されている。

【0049】

このとき制御 IC 80 は、第 1 及び第 2 のホール素子 79A、79B の出力をそれぞれ第 1 及び第 2 の位置検出信号 S10A、S10B として入力し得るよう

になされており、これによりこれら第 1 及び第 2 の位置検出信号 S 1 0 A、S 1 0 B に基づいてロータ軸 6 4 の回転位置を検出し得るようになされている。

【0 0 5 0】

また制御基板 7 7 においては、ケーブル 8 3 (図 6) を通じて上位コントローラ (対応するサブ制御部) と接続されており、かくして制御 I C 8 0 がこのケーブル 8 3 を介して上位コントローラと通信し、かつ電源電圧 V_{cc} を入力し得るようになされている。

【0 0 5 1】

そして制御 I C 8 0 は、このケーブル 8 3 を介して上位コントローラから与えられる動作指定 COM と、第 1 及び第 2 の位置検出信号 S 1 0 A、S 1 0 B とに基づいて駆動回路 8 1 を制御することにより、モータ部 6 0 の u 相、v 相及び w 相の各コイル 6 8 に対してそれぞれ対応する電流値の駆動電流 I_u 、 I_v 、 I_w を印加させるようになされ、これによりモータ部 6 0 を上位コントローラからの動作指令 COM に応じた回転角度又は回転トルクとなるように回転駆動させ得るようになされている。

【0 0 5 2】

(3) 制御 I C 8 0 及び駆動回路 8 1 の具体的構成

ここで實際上、制御 I C 8 0 は、図 1 2 に示すように、演算処理部 9 0、PWM 制御部 9 1 及び付加論理回路 9 2 から構成されている。

【0 0 5 3】

この場合、演算処理部 9 0 は、CPU、ROM 及び RAM 等を含むマイクロコンピュータ構成でなり、上位コントローラからの動作指令 COM に基づくモータ部 6 0 (図 6) のロータ軸 6 4 (図 6) の目標とすべき回転位置と、このときエンコーダ 7 6 (図 6) から与えられる第 1 及び第 2 の位置検出信号 S 1 0 A、S 1 0 B に基づき算出される現在のロータ軸 6 4 の回転位置との差分を演算すると共に、この差分をなくすために目標とすべき出力トルク (以下、これを目標トルクと呼ぶ) を演算し、当該演算結果をトルク指令信号 S 1 2 として PWM 制御部 9 1 に送出する。

【0 0 5 4】

PWM制御部91は、供給されるトルク指令信号S12に基づいて、モータ部60の出力トルクとして目標トルクを得られるように、付加論理回路92を介して駆動回路81をPWM制御する。

【0055】

實際上、駆動回路81は、u相用の一對のPNP型トランジスタ TR_{u1} 及びNPN型トランジスタ TR_{u2} と、v相用の一對のPNP型トランジスタ TR_{v1} 及びNPN型トランジスタ TR_{v2} と、w相用の一對のPNP型トランジスタ TR_{w1} 及びNPN型トランジスタ TR_{w2} とから構成されている。

【0056】

そして各PNP型トランジスタ TR_{u1} 、 TR_{v1} 、 TR_{w1} は、それぞれエミッタが電源電圧 V_{cc} に接続されると共に、コレクタがそれぞれ対をなすNPN型トランジスタ TR_{u2} 、 TR_{v2} 、 TR_{w2} のコレクタと接続され、各NPN型トランジスタ TR_{u2} 、 TR_{v2} 、 TR_{w2} は、それぞれエミッタが接地されている。

【0057】

また各PNP型トランジスタ TR_{u1} 、 TR_{v1} 、 TR_{w1} のコレクタと、これと対をなすNPN型トランジスタ TR_{u2} 、 TR_{v2} 、 TR_{w2} のコレクタとの各接続中点 $P_1 \sim P_3$ は、それぞれu相用のコイル68u及びw相用のコイル68wの接続中点 P_4 、u相用のコイル68u及びv相用のコイル68vの接続中点 P_6 、並びにv相用のコイル68v及びw相用のコイル68wの接続中点 P_6 とそれぞれ接続されている。

【0058】

これにより駆動回路81におけるu相用のPNP型トランジスタ TR_{u1} 及びv相用のNPN型トランジスタ TR_{v2} をオンにすると共に、u相用のNPN型トランジスタ TR_{u2} 及びv相用のPNP型トランジスタ TR_{v1} をオフにすることによってu相のコイル68uを通電状態とさせて矢印方向に駆動電流 I_U を流すことができ、またu相用及びv相用の各PNP型トランジスタ TR_{u1} 、 TR_{v1} をオフ、u相用及びv相用の各NPN型トランジスタ TR_{u2} 、 TR_{v2} をオフとすることによって、u相のコイル68uの端子 P_4 、 P_5 をオープン状

態の非通電状態とすることができる。

【0059】

同様に、駆動回路 81 における v 相用の PNP 型トランジスタ TR_{v1} 及び w 相用の NPN 型トランジスタ TR_{w2} をオンにすると共に、v 相用の NPN 型トランジスタ TR_{v2} 及び w 相用の PNP 型トランジスタ TR_{w1} をオフにすることによって v 相のコイル 68v を通電状態とさせて矢印方向に駆動電流 I_v を流すことができ、また v 相用及び w 相用の各 PNP 型トランジスタ TR_{v1} 、 TR_{w1} をオフ、各 NPN 型トランジスタ TR_{v2} 、 TR_{w2} をオフとすることによって、v 相のコイル 68v の端子 P.5、P.6 をオープン状態の非通電状態とすることができる。

【0060】

また同様に、駆動回路 81 における w 相用の PNP 型トランジスタ TR_{w1} 及び u 相用の NPN 型トランジスタ TR_{u2} をオンにすると共に、w 相用の NPN 型トランジスタ TR_{w2} 及び u 相用の PNP 型トランジスタ TR_{u1} をオフにすることによって w 相のコイル 68w を通電状態とさせて矢印方向に駆動電流 I_w を流すことができ、また w 相用及び u 相用の各 PNP 型トランジスタ TR_{w1} 、 TR_{u1} をオフ、各 NPN 型トランジスタ TR_{w2} 、 TR_{u2} をオフとすることによって、w 相のコイル 68w の端子 P.6、P.4 をオープン状態の非通電状態とすることができる。

【0061】

かくして PWM 制御部 91 は、駆動回路 81 の u 相用、v 相用及び w 相用の各 PNP 型トランジスタ TR_{u1} 、 TR_{v1} 、 TR_{w1} 及び各 NPN 型トランジスタ TR_{u2} 、 TR_{v2} 、 TR_{w2} のベースに対してトルク指令信号 S12 に基づき得られる目標トルクに応じた第 1～第 6 の PWM 信号 S13_{u1}、S13_{u2}、S13_{v1}、S13_{v2}、S13_{w1}、S13_{w2} を印加することにより、u 相、v 相及び w 相の各コイル 68u、68v、68w をそれぞれ所定のタイミングで通電状態及び非通電状態に順次切り換えるようになされ、これによりモータ部 60 を回転駆動させ得るようになされている。

【0062】

なお、このような P W M 制御によりモータ部 6 0 の位置制御を行う場合、コイル 6 8 u、6 8 v、6 8 w の非通電時に当該コイル 6 8 u、6 8 v、6 8 w の端子 P 4、P 5、P 6 をオープン状態とすると、モータ部 6 0 に通電された電流（厳密には電荷）が抜けてしまうことによるトルク・ロスの発生や、コギングによるトルクむらの影響を受け易くなるという問題が生じる。

【0 0 6 3】

しかしながらこの問題は、コイル 6 8 u、6 8 v、6 8 w の非通電時、当該コイル 6 8 u、6 8 v、6 8 w の端子 P 4、P 5、P 6 をオープン状態とせず短絡（ショート）状態とすることにより、図 1 3 に示すように、コイル 6 8 u、6 8 v、6 8 w に通電された電流（厳密には電荷）が抜け難くなることを利用することで解決することができる。

【0 0 6 4】

これは、コイル 6 8 u、6 8 v、6 8 w の端子 P 4、P 5、P 6 を短絡状態とすることによって、モータ部 6 0 のコイル 6 8 u、6 8 v、6 8 w にロータマグネット 6 5（図 6）からの磁束密度により起電力が発生し、この逆起電力によりロータ 6 6（図 6）の回転方向の逆方向に力が作用して、外力による回転に対する粘性抵抗を作り出すことができ、ブレーキに類似した効果を得ることができることによるものであり、このようなモータ部 6 0 への粘性抵抗によりトルク・ロスがなくコギングによるトルクむらの影響を軽減できる。

【0 0 6 5】

ただし、このようにコイル 6 8 u、6 8 v、6 8 w の端子 P 4、P 5、P 6 の短絡状態を形成した場合、上述のようにモータ部 6 0 に一種の粘性抵抗を与えることとなるため、コイル 6 8 u、6 8 v、6 8 w の端子 P 4、P 5、P 6 の短絡によるブレーキの影響を受けてモータ部 6 0 のコンプライアンス（機械的受動性）がなくなる問題を招来する。

【0 0 6 6】

そこでこの実施の形態においては、このようなコイル 6 8 u、6 8 v、6 8 w の端子 P 4、P 5、P 6 をオープン状態とすることによるトルク・ロス等の問題と、コイル 6 8 u、6 8 v、6 8 w の端子 P 4、P 5、P 6 を短絡状態とするこ

とによるコンプライアンスの低下という問題とを共に解決すべく、コイル 68u、68v、68w の非通電状態の期間、コイル 68u、68v、68w の端子 P4、P5、P6 をオープン状態と短絡状態とに順次交互に切り換えると共に、この際オープン状態の期間と短絡状態の期間との比率を所望するコンプライアンスとなるように調整することとしている。

【0067】

實際上、本実施の形態の場合、このように各コイル 68u、68v、68w の端子 P4、P5、P6 をオープン状態と短絡状態とに順次切り換える手段として、PWM制御部 91 の後段に付加論理回路 92 が設けられている。そして、この付加論理回路 92 には、予め設定されたコイル 68u、68v、68w の端子 P4、P5、P6 のオープン状態及び短絡状態の各期間の比率に応じて PWM 変調された例えば図 14 に示すような矩形波状の BRAKE__PWM 制御信号 S14 が第 1～第 6 の PWM 信号 S13u1、S13u2、S13v1、S13v2、S13w1、S13w2 と共に PWM 制御部 91 から与えられる。

【0068】

そして付加論理回路 92 は、コイル 68u、68v、68w の非通電時において、BRAKE__PWM 制御信号 S14 が論理「1」レベルの期間はコイル 68u、68v、68w の端子 P4、P5、P6 を短絡させるように対応する第 1～第 6 の PWM 信号 S13u1、S13u2、S13v1、S13v2、S13w1、S13w2 の論理レベルを必要に応じて切り換える。

【0069】

具体的には、通常のコイル非通電時、PWM 制御部 91 からは、u 相のコイル 68u の端子 P4、P5 をオープン状態にするため、u 相用の PNP 型トランジスタ TR_{u1} 及び v 相用の PNP 型トランジスタ TR_{v1} をオフ、u 相用の NPN 型トランジスタ TR_{u2} 及び v 相用の NPN 型トランジスタ TR_{v2} をオフにする第 1～第 4 の PWM 信号 S13u1、S13u2、S13v1、S13v2 が出力されるが、付加論理回路 92 は、BRAKE__PWM 制御信号 S14 が論理「1」レベルの期間は、オフ状態の u 相用の PNP 型トランジスタ TR_{u1} 及び v 相用の PNP 型トランジスタ TR_{v1} をオンに転じて、u 相のコイル 68u

の端子P4、P5の短絡状態を間歇的に形成する。

【0070】

同様に、通常のコイル非通電時、PWM制御部91からは、v相のコイル68vの端子P5、P6をオープン状態にするため、v相用のPNP型トランジスタTR_{v1}及びw相用のPNP型トランジスタTR_{w1}をオフ、v相用のNPN型トランジスタTR_{v2}及びw相用のNPN型トランジスタTR_{w2}をオフにする第3～第6のPWM信号S13_{v1}、S13_{v2}、S13_{w1}、S13_{w2}が出力されるが、付加論理回路92は、BRAKE__PWM制御信号S14が論理「1」レベルの期間は、オフ状態のv相用のPNP型トランジスタTR_{v1}及びw相用のPNP型トランジスタTR_{w1}をオンに転じて、v相のコイル68vの端子P5、P6の短絡状態を間歇的に形成する。

【0071】

また同様に、通常のコイル非通電時、PWM制御部91からは、w相のコイル68wの端子P6、P4をオープン状態にするため、w相用のPNP型トランジスタTR_{w1}及びu相用のPNP型トランジスタTR_{u1}をオフ、w相用のNPN型トランジスタTR_{w2}及びu相用のNPN型トランジスタTR_{u2}をオフにする第1、第2、第5及び第6のPWM信号S13_{u1}、S13_{u2}、S13_{w1}、S13_{w2}が出力されるが、付加論理回路92は、BRAKE__PWM制御信号S14が論理「1」レベルの期間は、オフ状態のw相用のPNP型トランジスタTR_{w1}及びu相用のPNP型トランジスタTR_{u1}をオンに転じて、w相のコイル68wの端子P6、P4の短絡状態を間歇的に形成する。

【0072】

一方、付加論理回路92は、通常のコイル非通電時、BRAKE__PWM制御信号S14が論理「0」レベルのときには、PWM制御部91からの第1～第6のPWM信号S13_{u1}、S13_{u2}、S13_{v1}、S13_{v2}、S13_{w1}、S13_{w2}をそのまま出力する。よってこのときには、u相、v相及びw相の各コイル68u、68v、68wの端子P4、P5、P6はそれぞれオープン状態のままとなる。

【0073】

なお、付加論理回路 92 の具体的構成を図 15 に示す。付加論理回路 92 においては、PWM 制御部 91 からの第 1 の PWM 信号 $S13_{u1}$ 、第 3 の PWM 信号 $S13_{v1}$ 及び第 5 の PWM 信号 $S13_{w1}$ の論理積がアンド回路 100 において演算されると共に、第 2 の PWM 信号 $S13_{u2}$ 、第 4 の PWM 信号 $S13_{v2}$ 及び第 6 の PWM 信号 $S13_{w2}$ の排他的論理和がエクスクルーシブ・ノア回路 101 において演算される。

【0074】

またこれらアンド回路 100 の出力と、エクスクルーシブ・ノア回路 101 の出力との論理積がアンド回路 102 において演算され、このアンド回路 102 の反転出力と、BRAKE__PWM 制御信号 $S14$ との論理和がオア回路 103 において演算される。

【0075】

さらにこのオア回路 103 の出力と、元の第 1～第 6 の PWM 信号 $S13_{u1}$ 、 $S13_{u2}$ 、 $S13_{v1}$ 、 $S13_{v2}$ 、 $S13_{w1}$ 、 $S13_{w2}$ との論理積が第 1～第 6 のアンド回路 104A～104F においてそれぞれ演算され、これら第 1～第 6 のアンド回路 104A～104F の出力がそれぞれ上述のように u 相用の PNP 型トランジスタ TR_{u1} 及び NPN 型トランジスタ TR_{u2} と、v 相用の PNP 型トランジスタ TR_{v1} 及び NPN 型トランジスタ TR_{v2} と、w 相用の PNP 型トランジスタ TR_{w1} 及び NPN 型トランジスタ TR_{w2} とに与えられることとなる。

【0076】

ここで、コイル非通電時にコイル 68u、68v、68w の端子 P4、P5、P6 を短絡状態にすると図 13 について上述したように、過渡応答により、コイル 68u、68v、68w の駆動電流 I_u 、 I_v 、 I_w がゼロに戻るまでの時間が長くなる。従って、オープン状態と短絡状態のスイッチング動作を繰り返した場合、コイル 68u、68v、68w の非通電時に駆動電流 I_u 、 I_v 、 I_w がゼロに戻る前に次の通電が開始される。

【0077】

これによりコイル 68u、68v、68w に供給される駆動電流 I_u 、 I_v 、

I_w の最大値は、コイル68u、68v、68wの通電及び非通電の動作の度に逐次上昇していくが、その上昇傾向はデューティ比すなわちBRAKE__PWM制御信号S14が論理「1」レベルとなる比率にほぼ比例する。同様に、コイル68u、68v、68wの駆動電流 I_u 、 I_v 、 I_w の実効値も徐々に増加していくことになるが、その上昇傾向はデューティ比すなわちBRAKE__PWM制御信号S14が論理「1」レベルとなる比率にほぼ比例する。

【0078】

またモータ部60の出力トルクは、コイル68u、68v、68wに供給する駆動電流 I_u 、 I_v 、 I_w の値の和にモータ部60のトルク定数 K_t を乗じた値となるので、コイル68u、68v、68wの通電状態及び非通電状態を繰り返したとき、駆動電流 I_u 、 I_v 、 I_w の値の和の増大に伴って、モータ部60の出力トルクの実効値は増大していく。

【0079】

このときの上昇傾向はBRAKE__PWM制御信号S14のデューティ比すなわち当該BRAKE__PWM制御信号S14が論理「1」レベルとなる比率にほぼ比例する。そして、モータ部60の出力トルクの出力が上昇していく傾きの大小が、モータ部60の粘性係数の大きさに比例する。言い換えれば、BRAKE__PWM制御信号S14のデューティ比によってモータ部60の粘性係数を、デューティの分解能の範囲で動的に任意に設定することができる。

【0080】

従って、BRAKE__PWM制御信号S14のデューティ比を変化させることによって、モータ部60の粘性係数を制御でき、また、u相、v相及びw相の各コイル68u、68v、68wの非通電時において、当該コイル68u、68v、68wに入る電流（電荷の量）を制御できる。

【0081】

このとき、粘性係数が大きくなるようにBRAKE__PWM制御信号S14のデューティ比を設定すると、モータ部60の保持力が向上し、コギングなどのトルクの外乱が減る。また外力へのコンプライアンス量を制御することができる。

【0082】

このようにPWM制御部91が付加論理回路92に供給するBRAKE__PWM制御信号S14のデューティ比をPWM制御することにより、非通電時におけるコイル68u、68v、68wの端子P4、P5、P6オープン状態と短絡状態の期間の比率を調整することにより、所望のコンプライアンスを得ることができる。

【0083】

なお、BRAKE__PWM制御信号S14のデューティ比とモータ部60の粘性係数の関係とを図16に示す。

【0084】

(4) 各アクチュエータA₁～A₁₄における衝撃吸収機能

次に、このロボット1の各アクチュエータA₁～A₁₄に搭載された衝撃吸収機能について説明する。

【0085】

まず原理について説明する。例えば図17(A)に示すように、一端部がアクチュエータ110の出力軸111に連結されたリンク112の他端部(出力軸111から距離L1の位置)が壁や物体などに当たるなどして当該リンク112が動かないように保持された状態で、なおもアクチュエータ110がトルクを発生していることにより、当該リンク112の他端部に壁や物体から外力F1が与えられている場合を考える。

【0086】

この場合、アクチュエータ110が発生している発生トルクをT_{out}、アクチュエータ110の出力軸111に与えられると当該アクチュエータ110が壊れる負荷トルクの値をT_{BRK}として、アクチュエータ110に破損が生じない条件は、次式

【0087】

【数1】

$$F1 \times L1 + T_{out} \leq T_{BRK} \quad \dots\dots (1)$$

【0088】

のように、外力 F_1 による負荷トルク（以下、これを静的な負荷トルクと呼ぶ）とアクチュエータ 110 の発生トルク T_{out} との絶対値の和の値が T_{BRK} よりも小さいことである。

【0089】

従って、(1) 式より、アクチュエータ 110 の発生トルク T_{out} を次式

【0090】

【数 2】

$$T_{OUT} \leq T_{BRK} - F_1 \times L_1 \quad \dots\dots (2)$$

【0091】

を満たすように制御することによって、アクチュエータ 110 に破損が生じるのを未然に防止することができる。

【0092】

次に、図 17 (B) に示すように、かかるリンク 112 の他端部出力軸 111 から距離 L_2 の位置) に物体が落下するなどして当該他端部にリンク 112 を回転させるような負荷トルク（以下、これを動的な負荷トルクと呼ぶ）が与えられた場合について考える。

【0093】

このときのこの動的な負荷トルクによりリンク 112 に与えられる運動エネルギーを K_E 、これにより回転するリンク 112 の回転角度を ϕ 、リンク 112 の慣性モーメントを I として、これらは次式

【0094】

【数 3】

$$K_E = \frac{1}{2} \times I \times \dot{\phi}^2 \quad \dots\dots (3)$$

【0095】

を満たす。

【0096】

そしてこの運動エネルギー K_E が全て出力軸 111 を通してアクチュエータ 11

0 に伝わり、ひずみエネルギーに変換されるものとして、そのひずみエネルギーが当該アクチュエータ 110 において各部材のひずみとして吸収可能な弾性範囲内であればアクチュエータ 110 に破損が生じず、これに対して弾性範囲を越えて塑性範囲となるとアクチュエータ 110 に破損が生じることとなる。

【0097】

そこで、このようにひずみエネルギーがアクチュエータ 110 における各部材の弾性範囲を越える大きさのものであったときに、アクチュエータ 110 の発生トルク T_{out} を下げるように制御することにより、かかる動的な負荷トルクによる当該アクチュエータ 110 の破損を防止することができる。

【0098】

具体的には、かかるリンク 112 に与えられた動的な負荷トルクの運動エネルギー K_E の変化量を検出するため (3) 式を時間 t について微分すると、次式

【0099】

【数4】

$$\frac{d}{dt} (K_E) = I \times \ddot{\phi} \times \dot{\phi} = \tau \times \dot{\phi} \quad \dots\dots (4)$$

【0100】

のようになる。この (4) 式において、 τ はアクチュエータ 110 の出力トルクを表す。

【0101】

また (4) 式をさらに時間 t について微分すると、次式

【0102】

【数5】

$$\frac{d^2}{dt^2} (K_E) = \dot{\tau} \times \dot{\phi} + \tau \times \ddot{\phi} \quad \dots\dots (5)$$

【0103】

のようになる。

【0104】

この(5)式は、かかる運動エネルギー K_E の変化の加速度を表すものである。そしてこの(5)式における右辺の演算結果がアクチュエータ110における各部材の弾性範囲から塑性範囲の境界となる所定の閾値以上となった場合に、アクチュエータ110の発生トルク T_{out} を下げるように制御することにより、アクチュエータ110の破損を未然に防止することができる。

【0105】

ただし、(5)式における右辺第2項のような2次微分演算は演算処理が煩雑となる。そこで、(5)式の右辺を、当該(5)式の右辺の第1項に所定のゲイン G_K を乗算したものと近似し、次式

【0106】

【数6】

$$f(t) = G_K \times \dot{\tau} \times \dot{\phi} \quad \dots\dots (6)$$

【0107】

のように、これを評価関数 $f(t)$ として、当該評価関数 $f(t)$ の演算結果が上述の閾値以上となった場合に、アクチュエータ110の発生トルク T_{out} を下げるように制御することで、より容易な演算処理でアクチュエータ110の破損を未然に防止することができる。

【0108】

かかる原理に基づいて、本実施の形態の場合、図17(A)について説明した静的及び動的な負荷トルクによるアクチュエータ $A_1 \sim A_{14}$ の破損を防止するための手段として、図11に示すように、制御基板77におけるプリント配線板の一面側には、駆動回路81に対する電源供給ライン L_{IN} を流れる電流 I_{R1} の大きさを電圧 V_i として検出する電圧検出部82が設けられている。

【0109】

實際上、電圧検出部82は、駆動回路81に対する電源供給ライン L_{IN} の一部に設けられた第1の抵抗 R_1 と、第2～第5の抵抗 $R_2 \sim R_5$ 及びオペアンプ83からなる差動増幅器84とから形成されており、第1の抵抗 R_1 による降下

電圧 V_i を差動増幅器 84 において検出し、当該検出結果を電圧検出信号 S_{11} として制御 IC 80 に送出するようになされている。

【0110】

ここで、かかる電圧 V_i は第 1 の抵抗 R_1 を流れる電流 I_{R1} に比例し、またこの電流 I_{R1} は、(1) 式の左辺に比例することから、この電圧 V_i も (1) 式の左辺に比例する。従って、 K_{vi} を比例定数として次式

【0111】

【数 7】

$$F_1 \times L_1 + T_{BRK} = K_{vi} \times V_i \leq T_{BRK} \quad \dots\dots (7)$$

【0112】

が成り立つものとする、常に次式

【0113】

【数 8】

$$V_i \leq \frac{T_{BRK}}{K_{vi}} \quad \dots\dots (8)$$

【0114】

を満足するように、PWM 制御部 91 を制御することによって、静的な負荷トルクによるアクチュエータ $A_1 \sim A_{14}$ の破損を防止することができる。

【0115】

そこで制御 IC 80 の演算処理部 90 は、図 18 に示す第 1 の衝撃吸収処理手順 RT_1 に従って、電圧検出部 82 から供給される電圧検出信号 S_{11} に基づいて、かかる電圧 V_i が、予め設定された所定の第 1 の閾値 SH_1 ((8) 式の T_{BRK}/K_{vi}) を超えないように PWM 制御部 91 を制御することにより、対応するリンクに静的な負荷トルクが与えられた場合のアクチュエータ $A_1 \sim A_{14}$ の破損を防止する。

【0116】

實際上、演算処理部 90 は、上述のような上位コントローラから与えられる動

作指令COMに基づく対応するモータ部60に対する位置制御と平行してこの第1の衝撃吸収処理手順RT1をステップSP0において開始し、続くステップSP1において、電圧検出部82から与えられる電圧検出信号S11に基づき得られる電圧 V_i が第1の閾値 SH_1 以上となったか否かを判断する。そして演算処理部90は、このステップSP1において否定結果を得ると、肯定結果を得るまでこのステップSP1を繰り返す。

【0117】

そして演算処理部90は、この後対応するリンクが壁や外部物体に当たるなどして当該リンクに静的な負荷トルクが与えられることによりこのステップSP1において肯定結果を得ると、ステップSP2に進んでPWM制御部91を制御してBRAKE__PWM制御信号S14のデューティ比を0[mN-m/(rad/s)]に変更させることにより対応するモータ部60のコンプライアンスを増加させ、続くステップSP3において、モータ部60の各コイル68u、68v、68wに流れる電流の実行値が小さくなるようにPWM制御部91を制御し、発生トルク T_{out} が小さくなるようにする。

【0118】

続いて演算処理部90は、ステップSP4に進んで、上位コントローラに対してかかる衝撃吸収処理（ステップSP2及びステップSP3）を実行した旨を通知し、この後ステップSP5に進んで、上位コントローラからその衝撃吸収処理を解除すべき旨の通知があるのを待ち受ける。

【0119】

そして演算処理部90は、やがて上位コントローラからこの通知を受けることによりステップSP5において肯定結果を得ると、ステップSP6に進んで、PWM制御部91を制御してBRAKE__PWM制御信号S14のデューティ比、すなわちモータ粘性係数をもとの値に戻させることによりモータ部60のコンプライアンスを衝撃検出前の状態に戻した後、ステップSP7に進んで、モータ部60の各コイル68u、68v、68wに印加する駆動電流 I_u 、 I_v 、 I_w の実効値を元に戻すようにPWM制御部91を制御し、発生トルク T_{out} が所定の値をとるようにする。そして演算処理部90は、この後ステップSP1に戻り

、この後は同様の処理繰り返す。

【0120】

このようにして演算処理部90は、対応するリンクに静的な負荷トルクが与えられたときに、これに応じて対応するアクチュエータA₁～A₁₄におけるモータ部60のモータ粘性係数及び発生トルクT_{out}を制御する。

【0121】

一方、(6)式において、アクチュエータA₁～A₁₄の出力トルク τ は、電圧検出部82(図11)における抵抗R₁を流れる電流I_{R1}に比例し、また当該電流I_{R1}は、上述のように第1の抵抗R₁による降下電圧V_iと比例することから、比例定数をK_i、K _{θ} として、(6)式は次式

【0122】

【数9】

$$\begin{aligned} f(t) &= G_k \times \dot{\tau} \times \dot{\phi} = G_k \times \frac{d\tau}{dt} \times \frac{d\phi}{dt} \\ &= K_i \times \frac{dV_i}{dt} \times K_\theta \times \frac{d\phi}{dt} \quad \dots\dots (9) \end{aligned}$$

【0123】

のように変形することができる。

【0124】

この(9)式からも明らかなように、(6)式で与えられる評価関数f(x)の時々刻々の値は、電圧検出部82により検出される電圧V_iの時間的变化量に比例定数K_iを乗算した乗算結果と、エンコーダ76(図11)により検出されるモータ部60(図6)のロータ軸64(図6)の回転位置 ϕ の時間的变化量に比例定数K _{θ} を乗算した乗算結果との積として求めることができる。

【0125】

そこで演算処理部90は、図19に示す第2の衝撃吸収処理手順RT2に従って、電圧検出部82から与えられる電圧検出信号S11(図11)に基づき得ら

れる電圧 V_i と、エンコーダ 76 から与えられる第 1 及び第 2 の位置検出信号 S_{10A} 、 S_{10B} (図 11) に基づき得られるモータ部 60 のロータ軸 64 の回転位置 ϕ とに基づいて、評価関数 $f(x)$ が予め設定された所定の第 2 の閾値 SH_2 を超えないように PWM 制御部 91 を制御することにより、対応するリンクに動的な負荷トルクが与えられた場合のアクチュエータ $A_1 \sim A_{14}$ の破損を防止する。

【0126】

實際上、演算処理部 90 は、第 1 の衝撃吸収処理手順 RT_1 と平行してこの第 2 の衝撃吸収処理手順 RT_2 をステップ SP_{10} において開始し、続くステップ SP_{11} において、電圧検出部 82 からの電圧検出信号 S_{11} 及びエンコーダ 76 (図 6) からの位置検出信号 S_{10A} 、 S_{10B} に基づいて (9) 式の演算処理を実行すると共に、この演算結果が第 2 の閾値 SH_2 以上となったか否かを判断する。なおこの実施の形態の場合、(9) 式における K_i は 1.0、 K_θ は 4.0 に設定されており、また第 2 の閾値 SH_2 は実験結果より最適と考えられる $1.3 \sim 4.0$ [$mN-m \cdot rad/S^2$] の範囲で設定されている。そして演算処理部 90 は、肯定結果を得るまでこのステップ SP_{11} を繰り返す。

【0127】

そして演算処理部 90 は、やがて対応するリンクが衝撃を受けることによりステップ SP_{11} において肯定結果を得ると、ステップ SP_{12} に進んで、PWM 制御部 91 を制御して $BRAKE_PWM$ 制御信号 S_{14} のデューティ比を 0 [$mN-m / (rad/s)$] に変更させることによりモータ部 60 のコンプライアンスを増加させ、続くステップ SP_{13} において、上位コントローラからの動作指令等に基づき算出される目標トルクの最大値を本来算出される値の 10～20 [%] となるように PWM 制御部 91 を制御して発生トルク T_{out} を発生させる。

【0128】

続いて演算処理部 90 は、ステップ SP_{14} に進んで、上位コントローラに対してかかる衝撃吸収処理 (ステップ SP_{12} 及びステップ SP_{13}) を実行した旨を通知し、この後ステップ SP_{15} に進んで、上位コントローラからその衝撃

吸収処理を解除すべき旨の通知があるのを待ち受ける。

【0129】

そして演算処理部90は、やがて上位コントローラからこの通知を受けることによりステップSP15において肯定結果を得ると、ステップSP16に進んで、PWM制御部91を制御してBRAKE__PWM制御信号S14のデューティ比、すなわちモータ粘性係数をもとの値に戻させることによりモータ部60のコンプライアンスを衝撃検出前の状態に戻した後、ステップSP17に進んで、モータ部60の各コイル68u、68v、68wに印加する駆動電流 I_u 、 I_v 、 I_w の実効値を元に戻すようにPWM制御部91を制御し、発生トルク T_{out} を所定の値に戻す。そして演算処理部90は、この後ステップSP11に戻り、この後は同様の処理繰り返す。

【0130】

このようにして演算処理部90は、対応するリンクに動的な負荷トルクが与えられたときに、これに応じて対応するアクチュエータA1～A14におけるモータ部60のモータ粘性係数及び発生トルクを制御する。

【0131】

(5) 本実施の形態の動作及び効果

以上の構成において、このロボット1では、各アクチュエータA1～A14の出力軸75と連結されたリンクに対してアクチュエータが破壊されるおそれのある静的又は動的な負荷トルクが与えられた場合、アクチュエータA1～A14のコンプライアンスが向上すると共に、アクチュエータA1～A14の出力トルクが下がることにより、当該負荷トルクに応じて倣うようにそのリンクが変位する。

【0132】

従って、このロボット1では、例えば図21について上述した従来のトルクリミッタ130を用いた場合と同様に衝撃によるアクチュエータA1～A14の破損を未然に防止することができる一方において、かかる衝撃吸収が電氣的なアクチュエータA1～A14に対する制御のみによって行われるため、従来のメカ的な構成を有するトルクリミッタ130を用いる場合に比べて衝撃吸収に関するア

クチュエータ $A_1 \sim A_4$ の特性に大きなばらつきは生じ難く、また温度による影響も少ない。

【0133】

またかかる制御をアクチュエータ $A_1 \sim A_4$ の通常の位置制御を行う制御 IC80 により行うことができ、新たな部品等を必要としないため、従来のメカ的な構成を有するトルクリミッタ 130 を用いる場合に比してアクチュエータ $A_1 \sim A_4$ 全体としての構成を簡易化及び小型軽量化させることができる。

【0134】

以上の構成によれば、アクチュエータ $A_1 \sim A_4$ の出力軸 75 に連結されたリンクに与えられた静的な負荷トルクと、アクチュエータ $A_1 \sim A_4$ の発生トルクとの絶対値の和を電圧 V_i として検出し、当該和分が所定の第 1 の閾値 SH_1 以上となったときに、発生トルクを下げるようにアクチュエータ $A_1 \sim A_4$ を制御する一方、当該リンクに与えられた動的な負荷トルクのエネルギー変化量を検出し、検出したエネルギー変化量が所定の第 2 の閾値 SH_2 以上となったときに、発生トルクを下げるようにアクチュエータ $A_1 \sim A_4$ を制御するようにしたことにより、従来のメカ的な構成を有するトルクリミッタ 130 を用いる場合に比べて衝撃吸収に関するアクチュエータ $A_1 \sim A_4$ の特性に大きなばらつきは生じ難く、また温度による影響も少なくすることができ、かくして使い勝手の良い衝撃吸収装置を構築することができる。

【0135】

またこのように衝撃吸収装置を構築したことにより、従来のメカ的な構成を有するトルクリミッタ 130 を用いる場合に比してアクチュエータ $A_1 \sim A_4$ 全体としての構成を簡易化及び小型軽量化させることができる。

【0136】

(6) 他の実施の形態

なお上述の実施の形態においては、本発明を図 1 ～ 図 5 について上述した 2 足歩行型のロボット 1 に適用するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、この他種々のロボット装置やロボット装置以外の可動部の動力源としてサーボモータを用いるこの他種々の装置に広く適用することができる。

【0137】

また上述の実施の形態においては、アクチュエータ $A_1 \sim A_{14}$ の出力軸 75 に連結されたリンクに与えられた静的な負荷トルクと、アクチュエータ $A_1 \sim A_{14}$ の発生トルクとの絶対値の和を検出する和分検出手段と、和分検出手段により検出された和分が所定の第 1 の閾値以上となったときに、発生トルクを下げるようにモータを制御する制御手段とを、上位コントローラからの動作指令 COM に基づいて当該アクチュエータ $A_1 \sim A_{14}$ の位置制御を行う制御 IC80 により構成するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、かかる和分検出手段及び制御手段を制御 IC80 とは別個に設けるようにしても良い。

【0138】

同様に、上述の実施の形態においては、アクチュエータ $A_1 \sim A_{14}$ の出力軸 75 に連結されたリンクに与えられた動的な負荷トルクのエネルギー変化量を検出するエネルギー変化量検出手段と、エネルギー変化量検出手段により検出されたエネルギー変化量が所定の閾値以上となったときに、発生トルクを下げるようにモータを制御する制御手段とを、上位コントローラからの動作指令 COM に基づいて当該アクチュエータ $A_1 \sim A_{14}$ の位置制御を行う制御 IC80 により構成するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、かかる和分検出手段及び制御手段を制御 IC80 とは別個に設けるようにしても良い。

【0139】

さらに上述の実施の形態においては、(9) 式における比例定数 K_i を 1.0、比例定数 K_θ を 4.0 に設定し、第 2 の閾値 SH_2 を実験結果より最適と考えられる $1.3 \sim 4.0$ [$mN-m \cdot rad/S^2$] の範囲で設定するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、これら各比例定数 K_i 、 K_θ の値や、第 2 の閾値 SH_2 の値としては、対応するアクチュエータの構造等に応じてこの他種々の値を適用することができる。

【0140】

さらに上述の実施の形態においては、駆動回路 81 に対する電源供給ライン LIN を流れる電流 I_{R1} の大きさを電圧 V_i として検出し、当該検出した電圧 V_i に基づいてアクチュエータ $A_1 \sim A_{14}$ の出力軸 75 に連結されたリンクに与

えられた静的な負荷トルクや、動的な負荷トルクのエネルギー変化量を検出するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、要は、これら静的な負荷トルク及び動的な負荷トルクのエネルギー変化量を確実に検出できるのであれば、その検出方法としては駆動回路 81 に対する電源供給ライン L_{IN} を流れる電流 I_{R1} に基づくものでなくとも良い。

【0141】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、衝撃吸収装置において、モータの出力軸に連結されたリンクに与えられた静的な負荷トルクと、モータの発生トルクとの絶対値の和を検出する和分検出手段と、和分検出手段により検出された和分が所定の第 1 の閾値以上となったときに、発生トルクを下げるようにモータを制御する制御手段とを設けるようにしたことにより、個体間でのばらつきが少なく、また温度の影響を受け難く構築することができ、かくして使い勝手を向上させ得る衝撃吸収装置を実現できる。

【0142】

また本発明においては、衝撃吸収装置において、モータの出力軸に連結されたリンクに与えられた動的な負荷トルクのエネルギー変化量を検出するエネルギー変化量検出手段と、エネルギー変化量検出手段により検出されたエネルギー変化量が所定の閾値以上となったときに、発生トルクを下げるようにモータを制御する制御手段とを設けるようにしたことにより、個体間でのばらつきが少なく、また温度の影響を受け難く構築することができ、かくして使い勝手を向上させ得る衝撃吸収装置を実現できる。

【0143】

さらに本発明においては、衝撃吸収方法において、モータの出力軸に連結されたリンクに与えられた静的な負荷トルクと、モータの発生トルクとの絶対値の和を検出する第 1 のステップと、検出した和分が所定の第 1 の閾値以上となったときに、発生トルクを下げるようにモータを制御する第 2 のステップとを設けるようにしたことにより、衝撃吸収に関するばらつきが少なく、また温度の影響を受け難くすることができ、かくして衝撃吸収装置の使い勝手を向上させ得る衝撃吸

収方法を実現できる。

【0144】

さらに本発明においては、衝撃吸収方法において、モータの出力軸に連結されたリンクに与えられた動的な負荷トルクのエネルギー変化量を検出する第1のステップと、検出したエネルギー変化量が所定の閾値以上となったときに、発生トルクを下げるようにモータを制御する第2のステップとを設けるようにしたことにより、衝撃吸収に関するばらつきが少なく、また温度の影響を受け難くすることができ、かくして衝撃吸収装置の使い勝手を向上させ得る衝撃吸収方法を実現できる。

【0145】

さらに本発明においては、ロボット装置において、モータの出力軸に連結されたリンクに与えられた静的な負荷トルクと、モータの発生トルクとの絶対値の和を検出する和分検出手段と、和分検出手段により検出された和分が所定の第1の閾値以上となったときに、発生トルクを下げるようにモータを制御する制御手段とを設けるようにしたことにより、衝撃吸収装置として従来のメカ構成のものをを用いる場合に比べて、構成の簡易化及び小型軽量化を図ることができる。

【0146】

さらに本発明においては、ロボット装置において、モータの出力軸に連結されたリンクに与えられた動的な負荷トルクのエネルギー変化量を検出するエネルギー変化量検出手段と、エネルギー変化量検出手段により検出されたエネルギー変化量が所定の閾値以上となったときに、発生トルクを下げるようにモータを制御する制御手段とを設けるようにしたことにより、衝撃吸収装置として従来のメカ構成のものをを用いる場合に比べて、構成の簡易化及び小型軽量化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本実施の形態によるロボットの外部構成を示す斜視図である。

【図2】

ロボットの外部構成を示す斜視図である。

【図3】

ロボットの外部構成の説明に供する略線図である。

【図 4】

ロボットの内部構成の説明に供するブロック図である。

【図 5】

ロボットの内部構成の説明に供するブロック図である。

【図 6】

本実施の形態によるアクチュエータの構成を示す断面図である。

【図 7】

本実施の形態によるアクチュエータの構成の説明に供する側面図及び正面図である。

【図 8】

本実施の形態によるアクチュエータの構成の説明に供する概念図である。

【図 9】

本実施の形態によるアクチュエータの構成の説明に供する正面図及び断面図である。

【図 1 0】

本実施の形態によるアクチュエータの構成の説明に供する正面図及び背面図である。

【図 1 1】

制御基板の構成の説明に供するブロック図である。

【図 1 2】

制御 I C 及び駆動回路の具体的構成の説明に供するブロック図である。

【図 1 3】

コイル電流の過渡応答特性の説明に供する特性曲線図である。

【図 1 4】

B R A K E __ P W M 制御信号の説明に供する波形図である。

【図 1 5】

付加論理回路の具体的構成を示す回路図である。

【図 1 6】

BRAKE__PWM制御信号のデューティ比と粘性係数との関係を示す特性曲線図である。

【図 17】

本実施の形態による衝撃吸収機能の説明に供する概念図である。

【図 18】

第1の衝撃吸収処理手順を示すフローチャートである。

【図 19】

第2の衝撃吸収処理手順を示すフローチャートである。

【図 20】

従来のロボットにおける可動部の駆動の説明に供する概念図である。

【図 21】

従来のトルクリミッタの構成を簡略的に示す概念図である。

【符号の説明】

1……ロボット、60……モータ部、61……トルク増幅部、62……モータケース、64……ロータ軸、68、68u、68v、68w……コイル、75……出力軸、76……エンコーダ、80……制御IC、81……駆動回路、82……電圧検出部、90……演算処理部、91……PWM制御部、92……付加理論回路、RT1……第1の衝撃吸収処理手順、RT2……第2の衝撃吸収処理手順。

【書類名】 図面

【図 1】

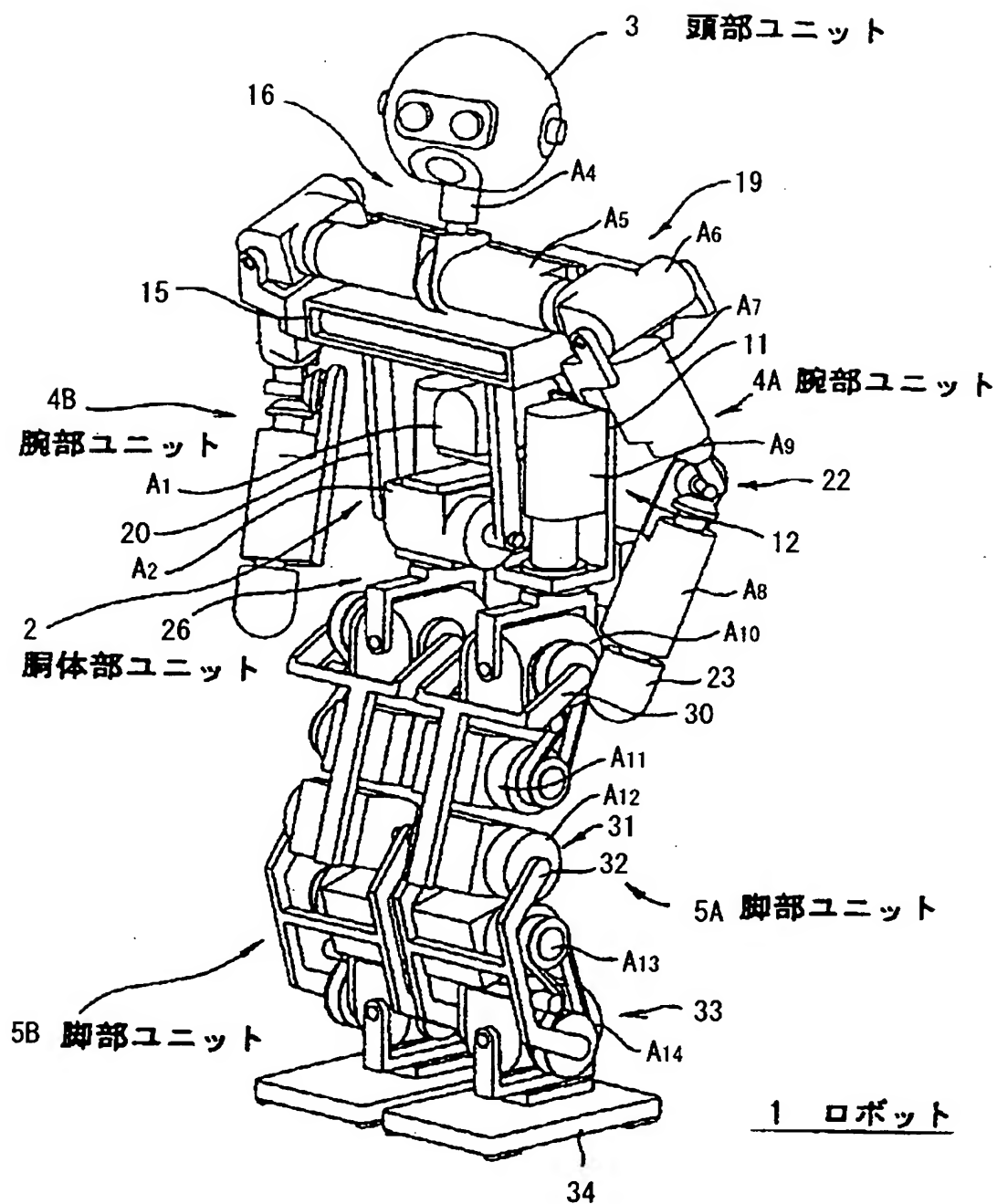


図 1 本実施の形態におけるロボットの外觀構成 (1)

【図 2】

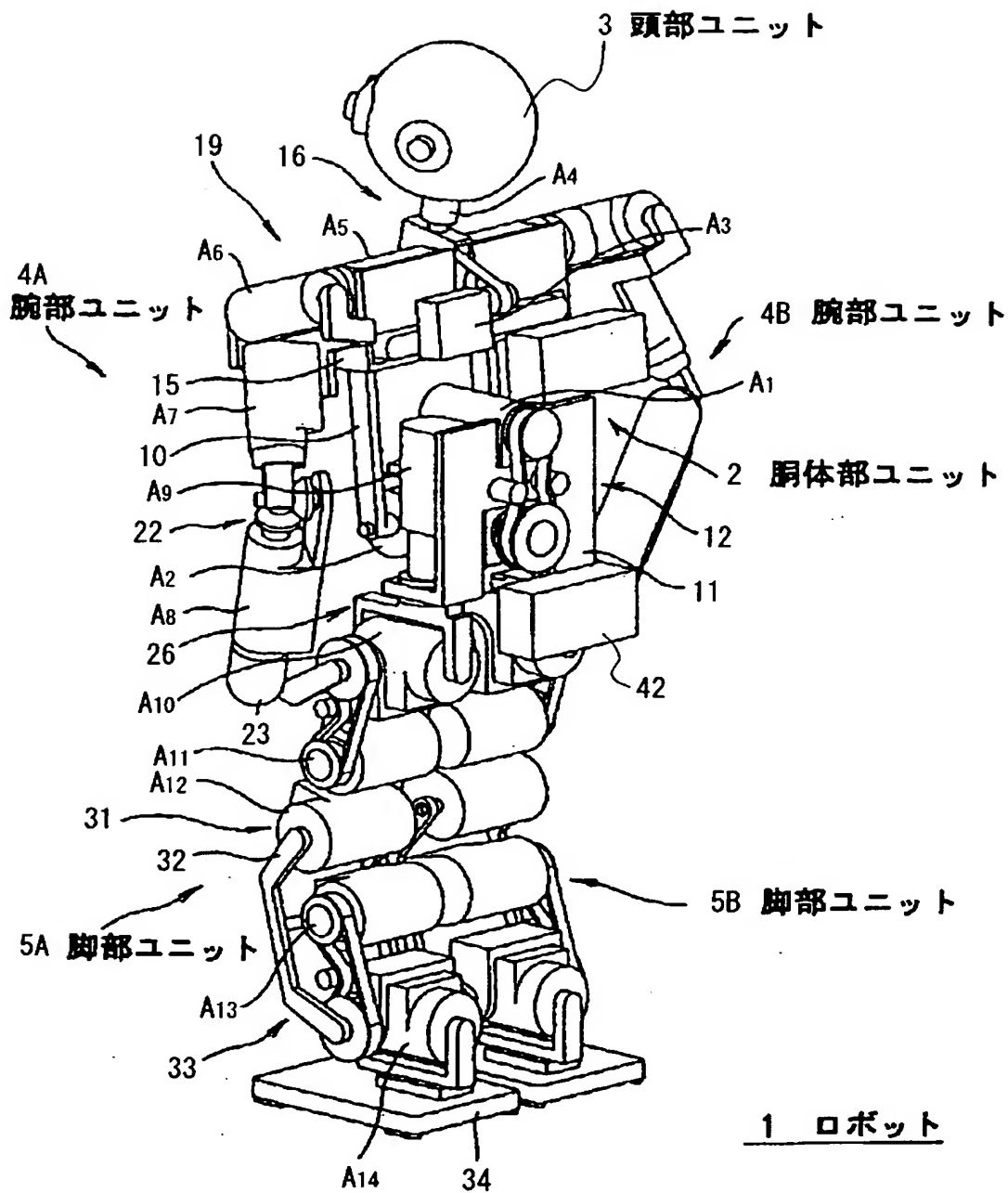


図 2 本実施の形態によるロボットの外觀構成 (2)

【図 3】

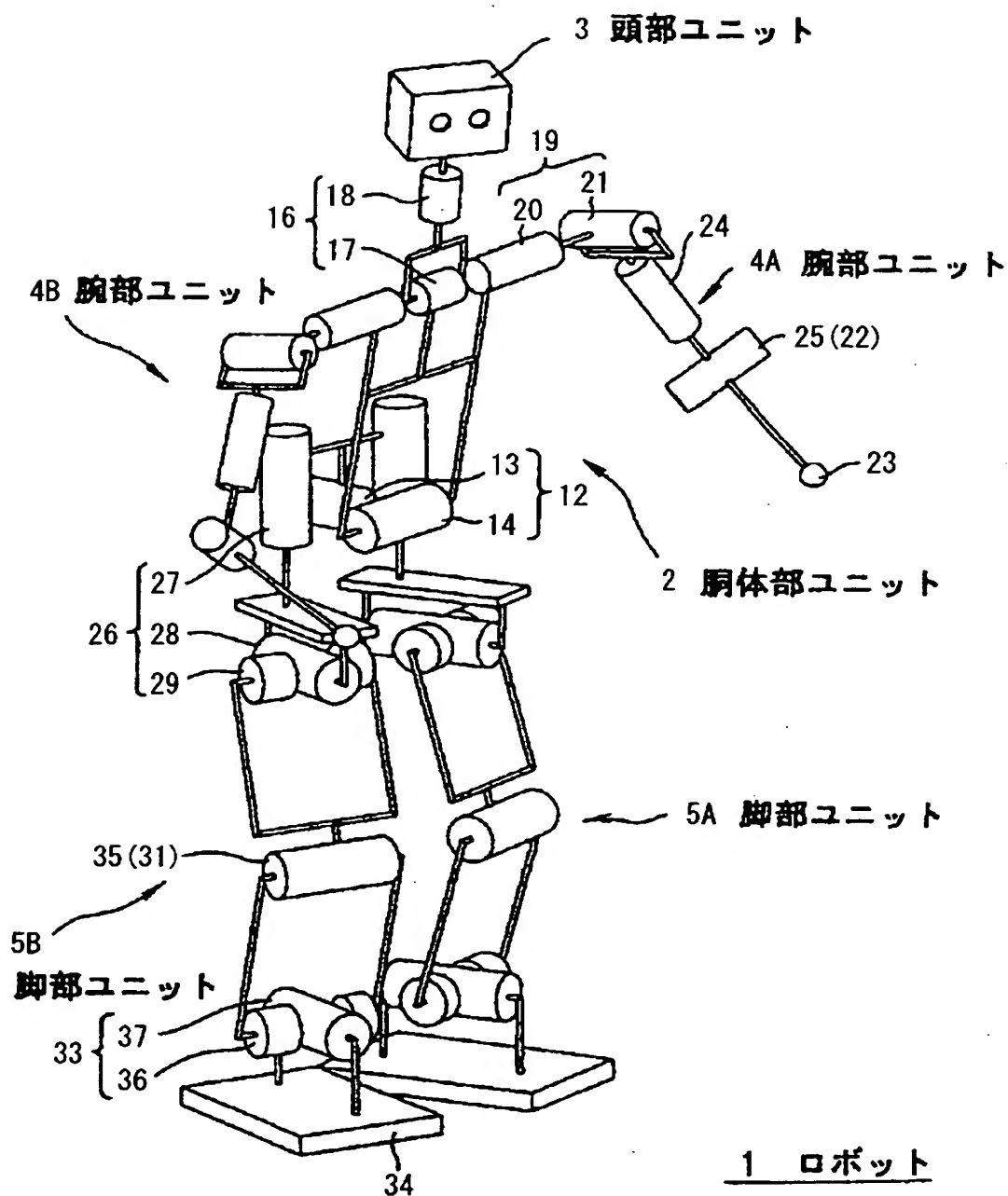


図 3 本実施の形態によるロボットの外觀構成 (3)

【図 4】

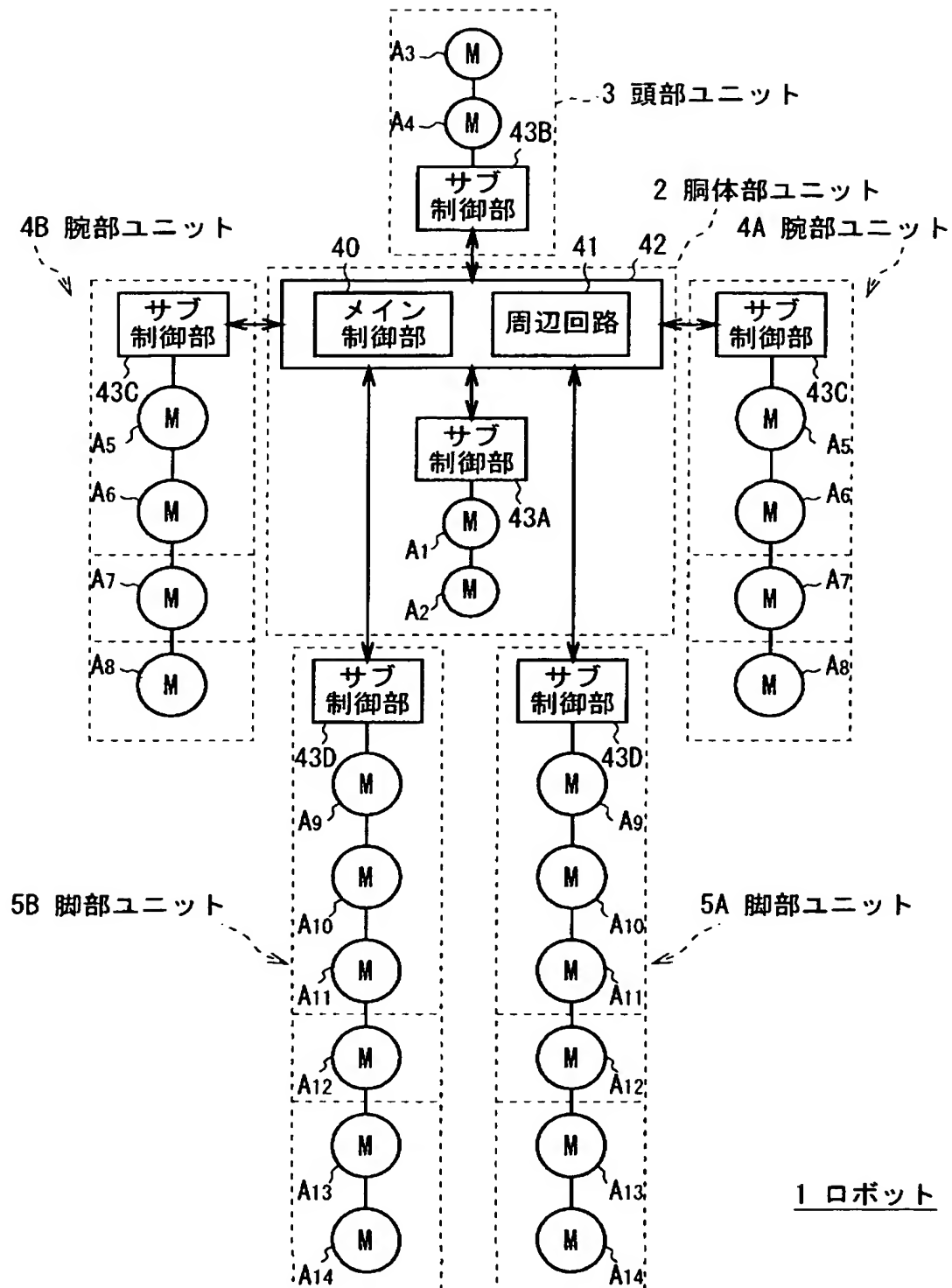


図 4 ロボットの内部構成 (1)

【図 5】

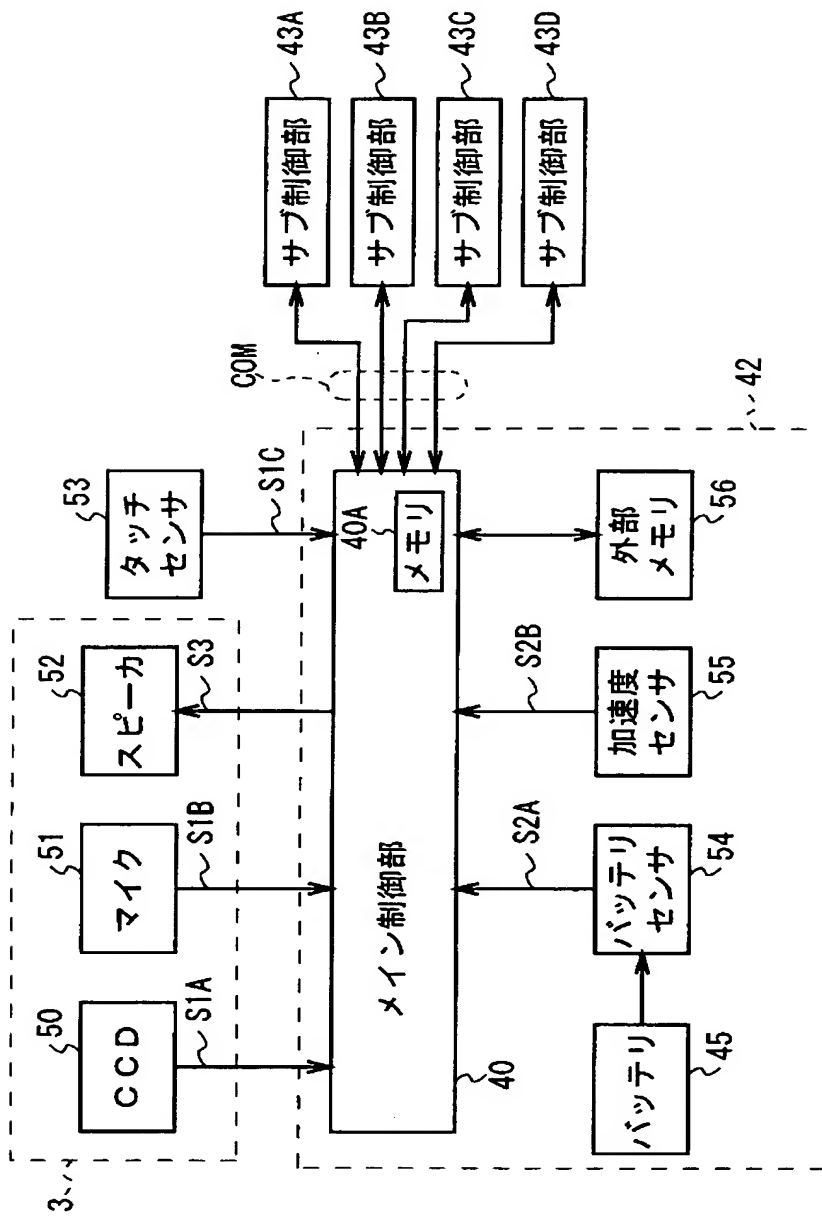


図 5 ロボットの内部構成 (2)

【図 6】

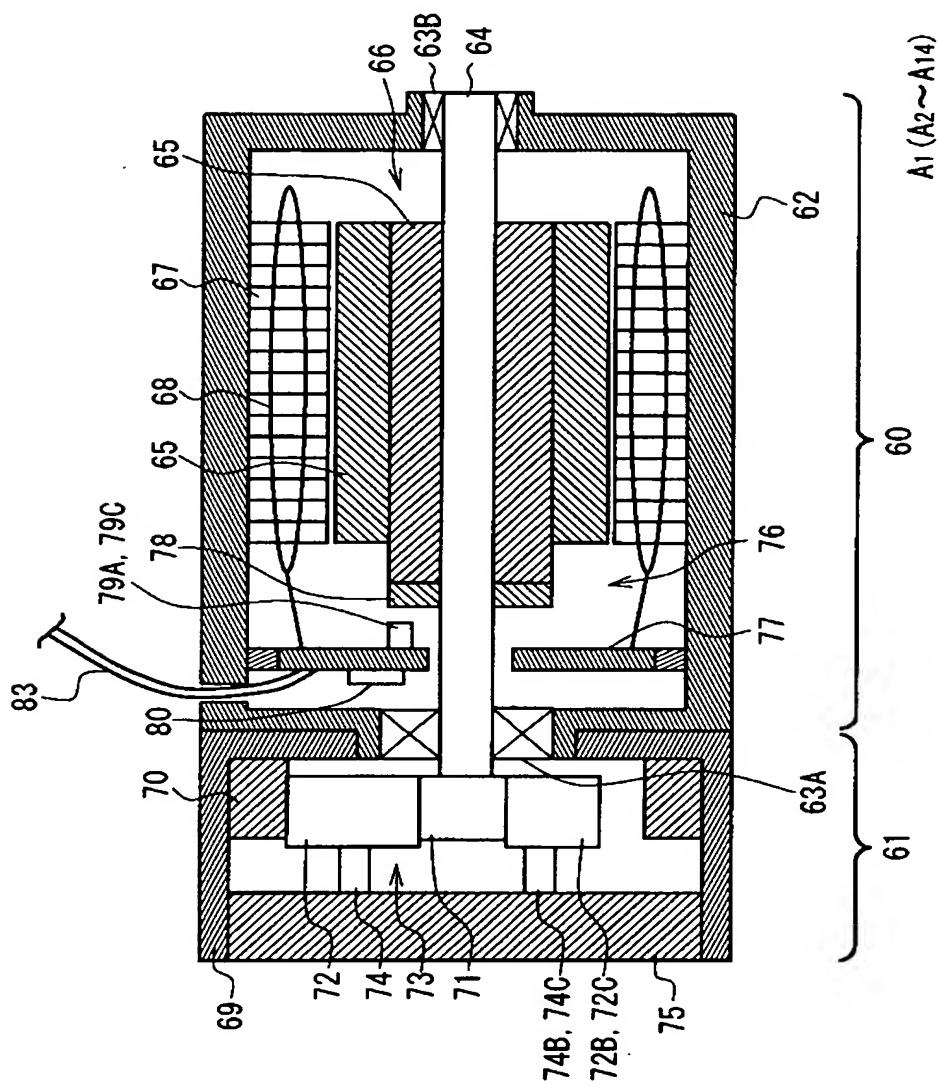


図 6 アクチュエータの構成

【図 7】

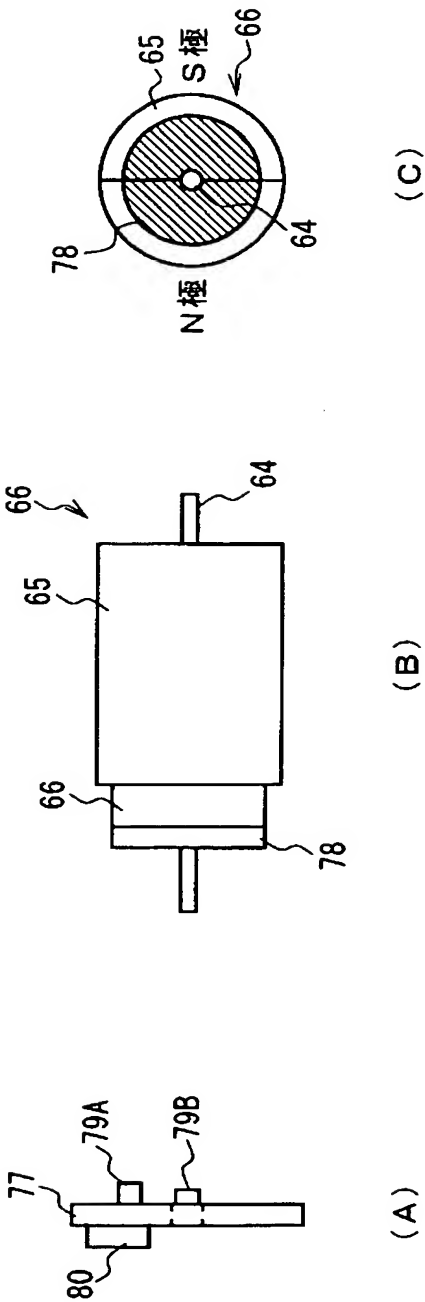


図 7 ロータ及びロータ軸磁極角度センサの構成

【図 8】

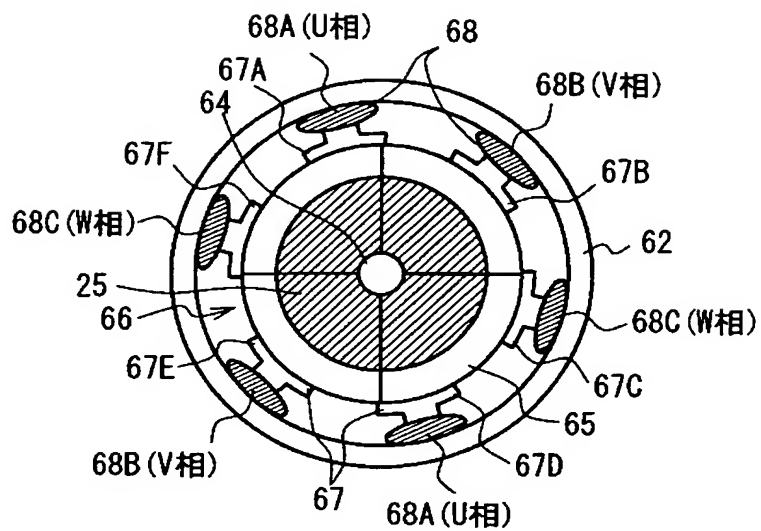


図 8 ロータ及びステータ鉄心の位置関係

【図 9】

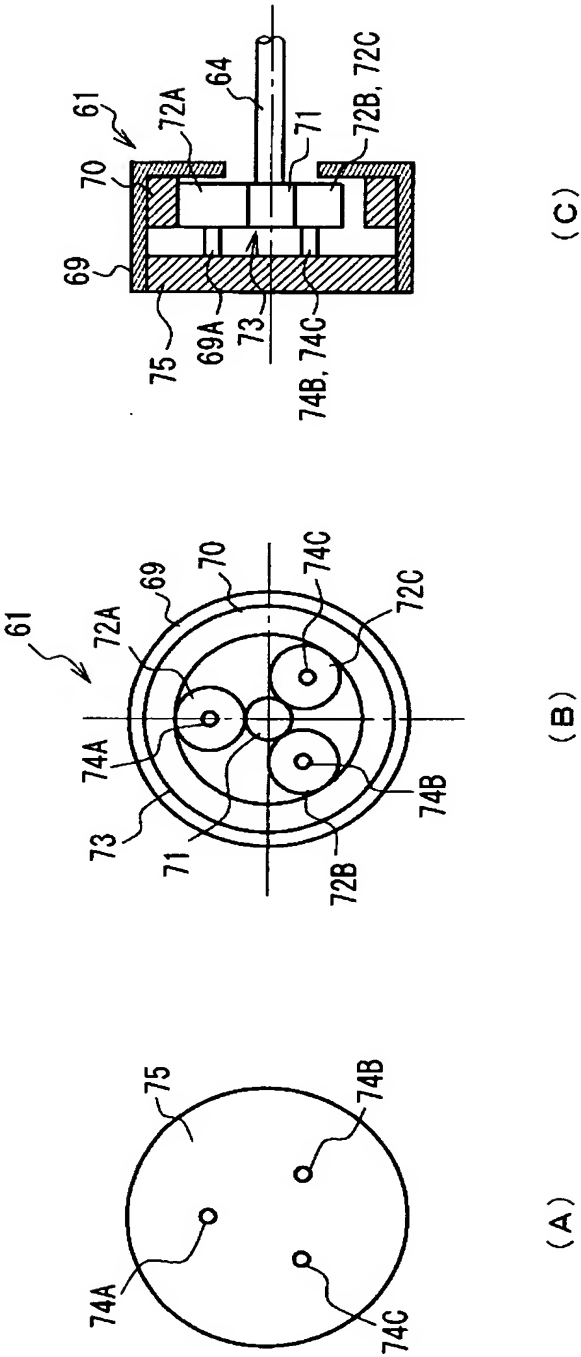


図9 トルク増幅部の構成

【図 1 0】

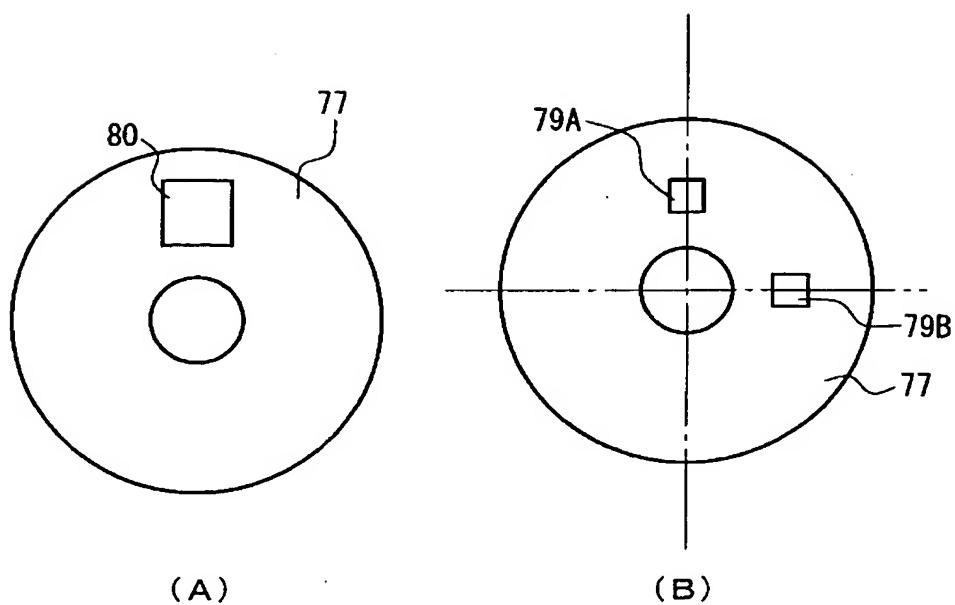


図 1 0 制御基板の構成 (1)

【図 12】

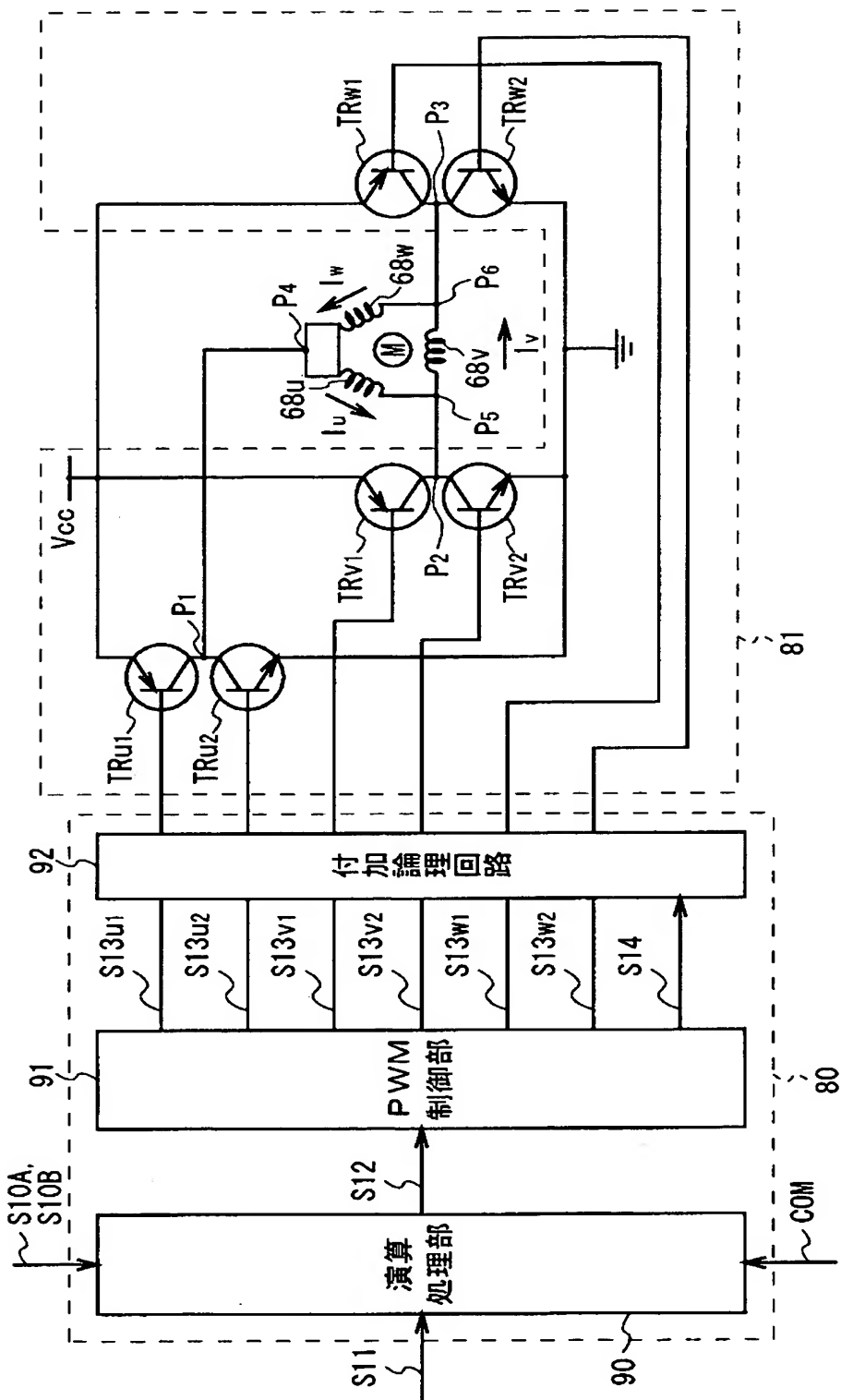


図 12 制御 IC 及び駆動回路の構成

【図 13】

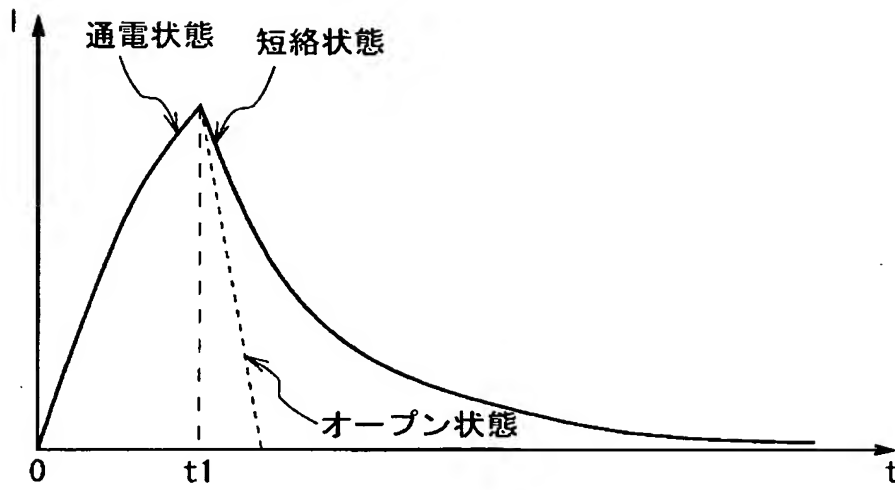


図 13 コイル電流の過渡応答特性

【図 14】

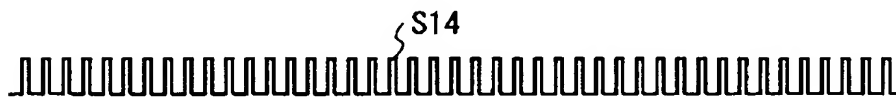


図 14 BRAKE_PWM制御信号

【図 15】

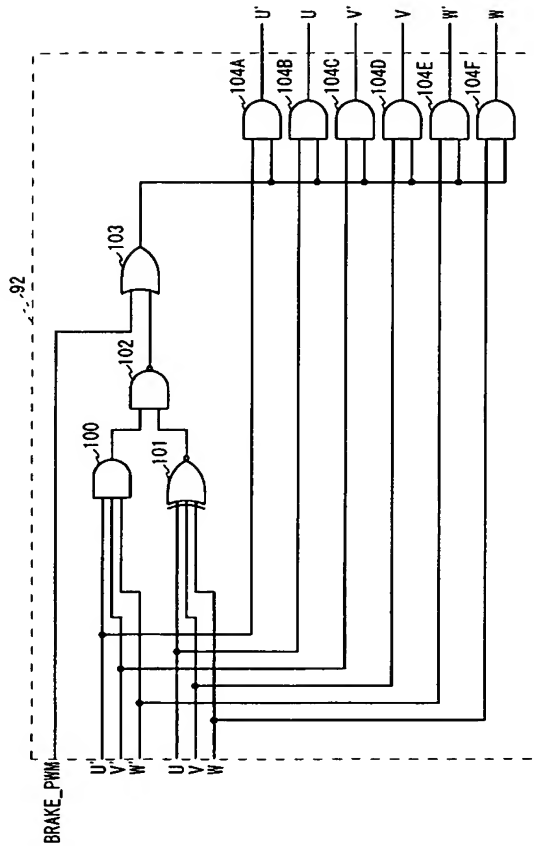


図 15 付加論理回路の具体的構成

【図 16】

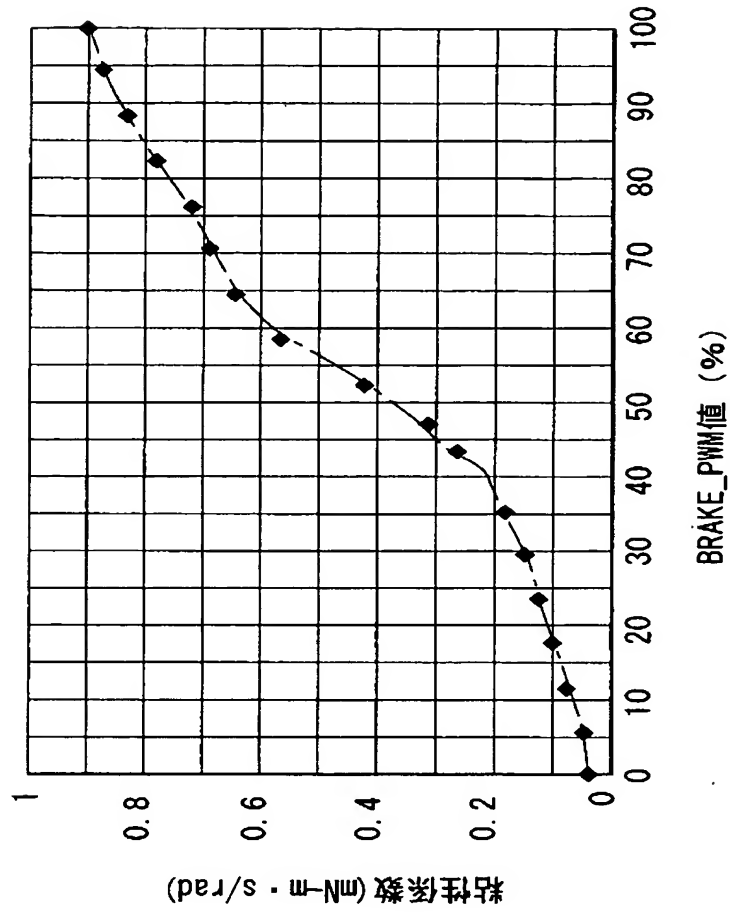


図 16 BRAKE_PWM制御信号のデューティ比と粘性係数の関係

【図 17】

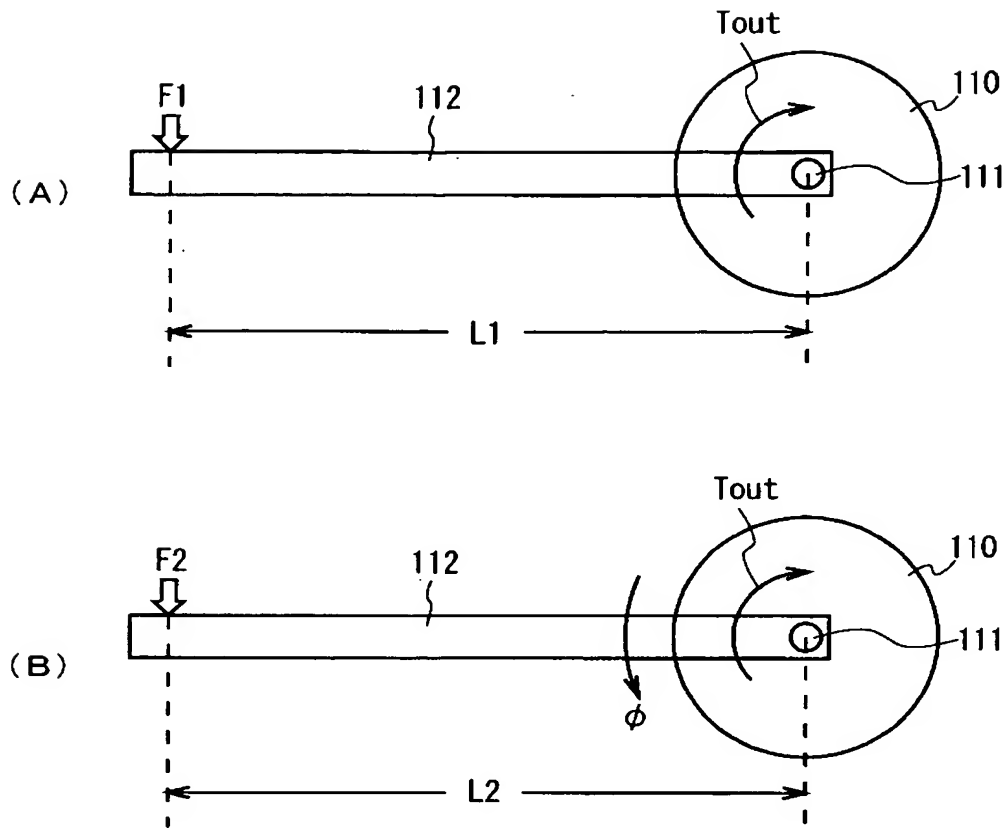


図 17 本実施の形態による衝撃吸収機能の原理

【図 18】

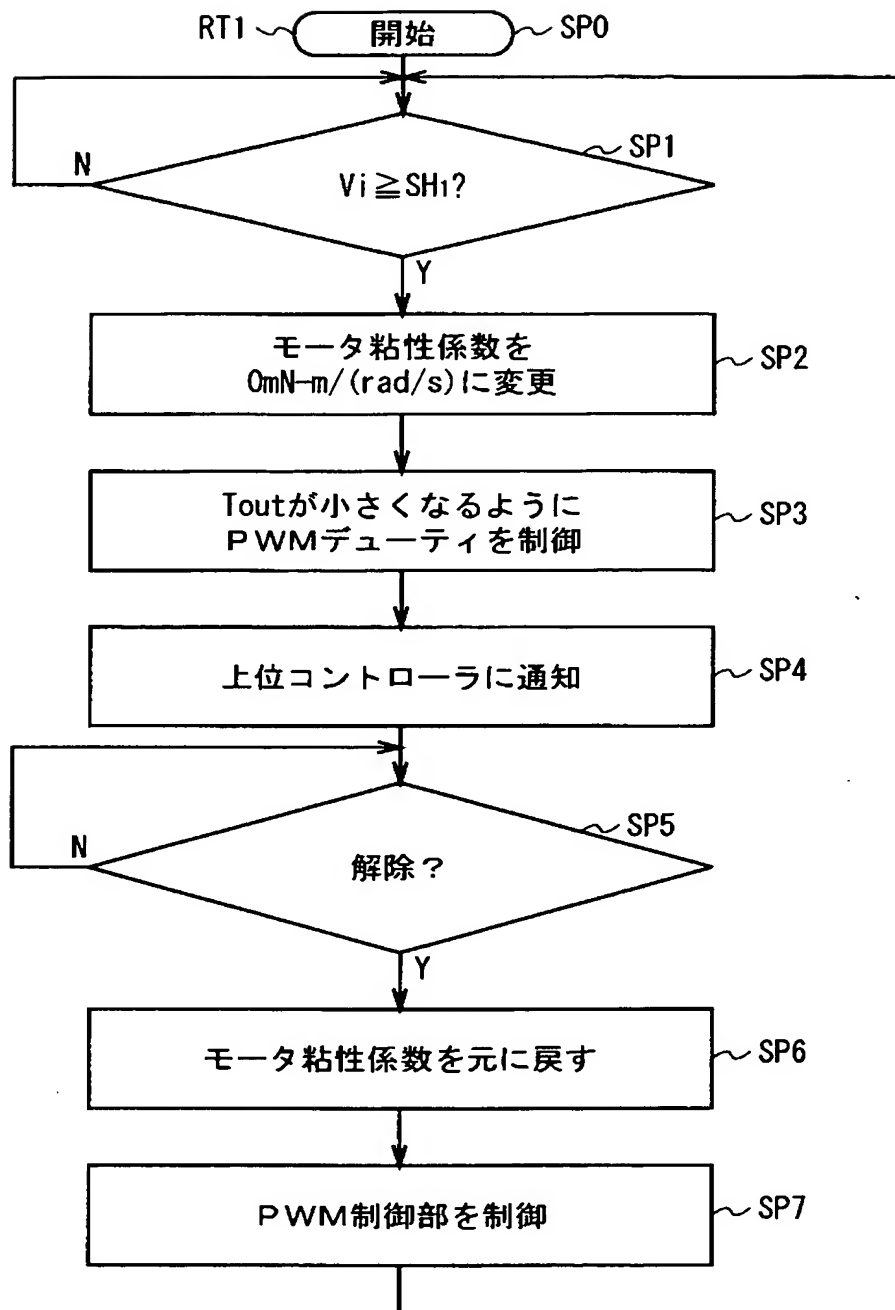


図 18 第 1 の衝撃吸収処理手順

【図 19】

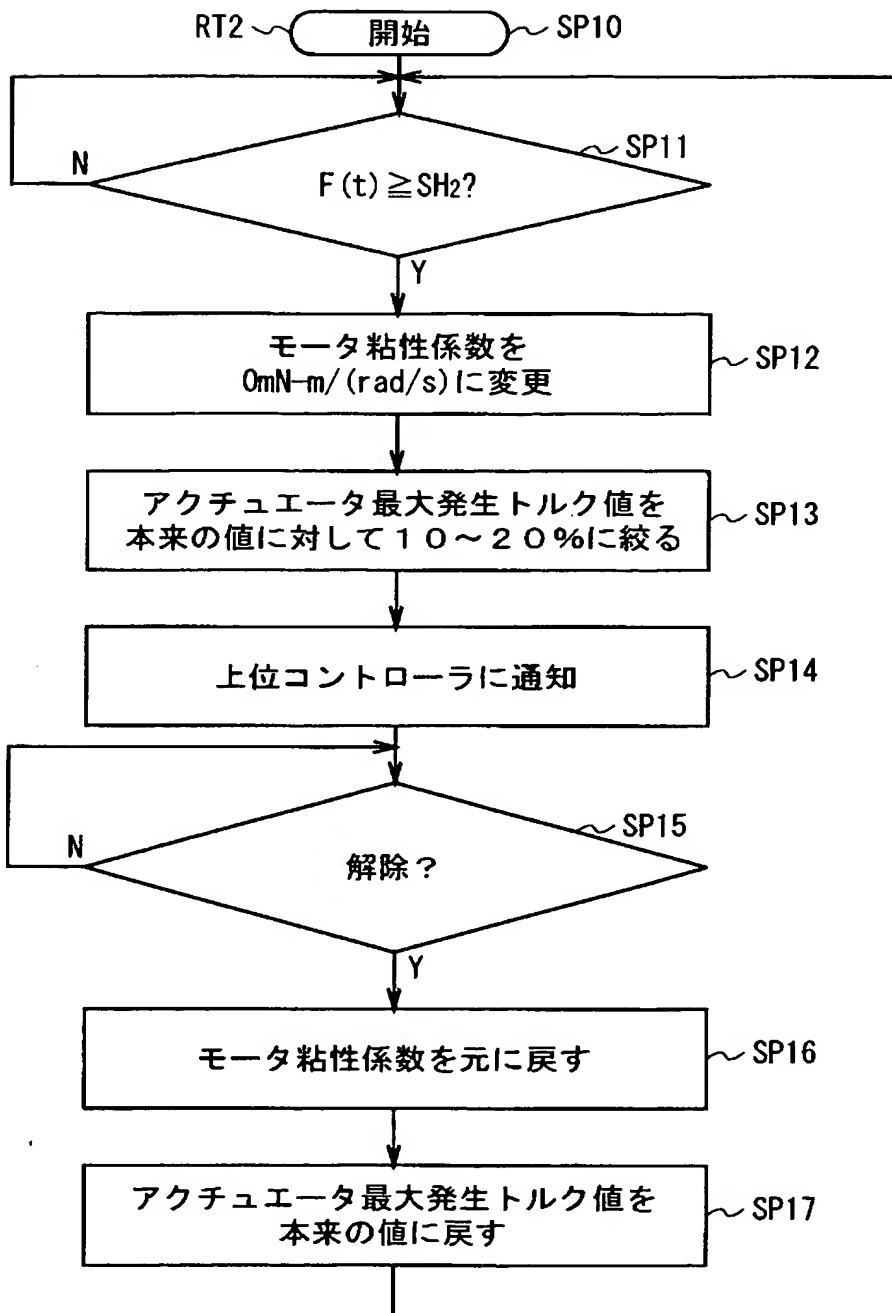


図 19 第2の衝撃吸収処理手順

【図 20】

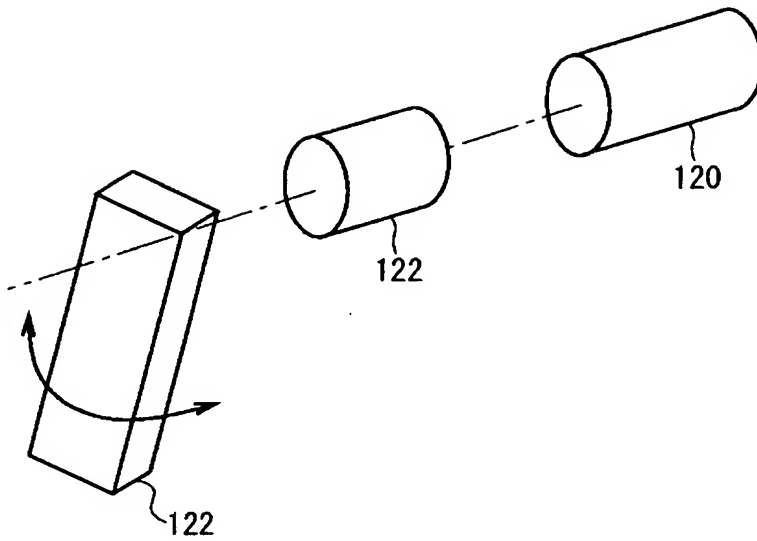


図 20 従来のロボットにおける可動部の駆動

【図 21】

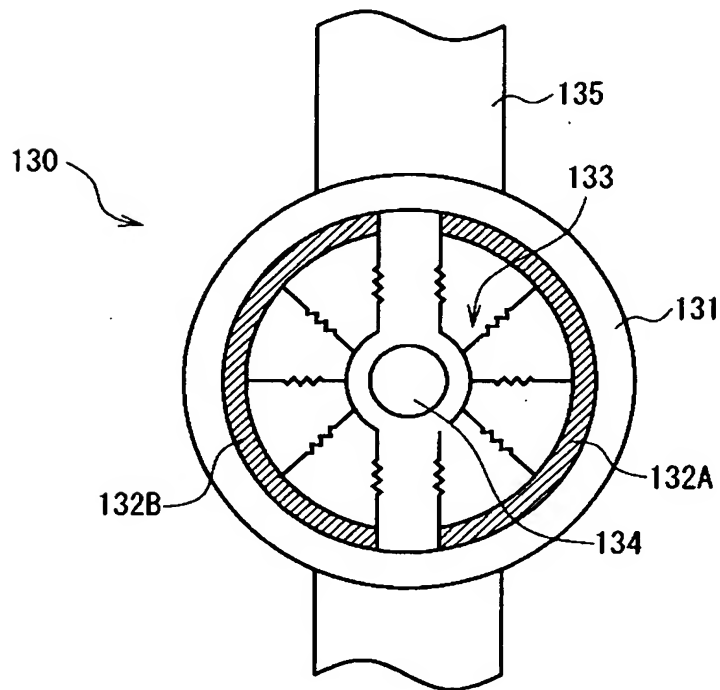


図 21 従来のトルクリミッタの構成

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

従来のトルクリミッタは、使い勝手が悪く、小型軽量化及び構成の簡易化が困難であった。

【解決手段】

モータの出力軸に連結されたリンクに与えられた静的な負荷トルクと、モータの発生トルクとの絶対値の和を検出し、検出した和分が所定の第 1 の閾値以上となったときに、発生トルクを下げるようにモータを制御するようにした。またモータの出力軸に連結されたリンクに与えられた動的な負荷トルクのエネルギー変化量を検出し、検出したエネルギー変化量が所定の閾値以上となったときに、発生トルクを下げるようにモータを制御するようにした。

【選択図】 図 1 8

特願 2 0 0 2 - 3 6 7 3 5 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 1 8 5]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号

氏 名

ソニー株式会社